©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt, N.F. 13 (4): 457–505 – Mai 1993 457
ISSN 0723-9912

15 Jahre Zucht: Beobachtungen an *Parnassius apollo* L. (Lepidoptera, Papilionidae)

von

Günter FRANKE und Ingo FRANKE

Zusammenfassung: Die Zucht von *Parnassius apollo* als Mittel zur Arterhaltung wird ausführlich beschrieben. Beobachtungen zur Ökologie, insbesondere der Temperaturansprüche, zur Ontogenese und zur Abhängigkeit der Faltergröße von biotischen und abiotischen Faktoren werden dargestellt. Die Raupenzeichnung wird als ein bis dato wenig beachtetes Merkmal zur Klassifikation der Unterarten vorgestellt. Das Zustandekommen und die Vererblichkeit der f. *flavomaculata* DECKERT 1898 sowie die Veränderung des Phänotyps der Imagines durch züchterische Selektion werden diskutiert.

15 years of rearing: Observations on *Parnassius apollo* L. (Lepidoptera, Papilionidae)

Abstract: The results and experiences of 15 years of rearing *Parnassius apollo* are given. Observations on the ecological requirements of the larvae, especially on the temperature preferences, and the influences of biotical and abiotical factors on the size of the imagines are described. The colour patterns of the larvae (formerly rarely studied) seem to be a reliable character to classify subspecies within the species. The possible causes and the inheritance pattern of f. *flavomaculata* DECKERT 1898 and changes in the phaenotype of the imagines by artificial selection over 6 generations are discussed.

Einleitung

Langjährige Feldbeobachtungen an *Parnassius apollo* veranlaßten uns, uns ausgiebig mit der Zucht und der Entwicklung dieser Lepidopterenart auseinanderzusetzen. Während der 15 Jahre, in deren Verlauf wir

Eingang: 19. ii. 1992

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

die Zucht des Apollofalters betrieben, erlangten wir zahlreiche Erkenntnisse über die Ökologie und Präimaginalmorphologie dieser Art.

Vor dem Hintergrund des beständigen Rückganges der Art in den letzten 50 Jahren vor allem in den mitteleuropäischen Mittelgebirgen gewannen wir durch die Entwicklung praktikabler Zuchtmethoden ein Mittel, das in Zukunft dazu beitragen könnte, das Überleben dieses Schmetterlings zu sichern.

NARDELLI (1991 b) berichtet bereits recht ausführlich über die Zucht von Parnassiern. Da der Schwerpunkt seiner Ausführungen jedoch mehr auf *Parnassius phoebus* F. ausgerichtet war und NARDELLI aufgrund seines Wohnortes in Italien in der Lage war, Freilandzuchten durchzuführen, was bei uns in Mitteleuropa so gut wie unmöglich ist, insbesondere wenn man mehrere Generationen im Jahr und somit auch außerhalb des Sommers züchten möchte, haben wir uns entschlossen, den Zuchtverlauf von *P. apollo*, der sich eben nicht, wie das bei manchen anderen Lepidopteren durchaus der Fall ist, quasi „von selbst" erledigt, an dieser Stelle noch einmal recht detailliert zu beschreiben. Die Zucht stellt zusätzlich eine Grundlage für ökologische Beobachtungen dar, so daß ihre Kenntnis von nicht unerheblicher Bedeutung ist.

Bis heute ist zur Unterartbeschreibung bei *P. apollo* fast ausschließlich das Imaginalstadium herangezogen worden. Unsere Beobachtungen ergaben, daß die Raupenzeichnung offenbar ein gutes Mittel ist, um die große Zahl der beschriebenen Rassen genauer untersuchen zu können. Anhand dieses Merkmals wird der Unterartkomplex *P. a. ardanazi* FERNANDEZ 1926/*maurilianus* FERNANDEZ 1926 diskutiert.

Während der Zucht über mehrere Jahre fielen zahlreiche Abänderungen auf, darunter die seltene f. *flavomaculata* DECKERT 1898. Zum Teil kamen durch Weiterzüchtung dieser Abänderungen neue Ideen über die Vererbung bestimmter Formen bzw. Unterarten zu Tage. Soweit Interpretationen dieser Phänomene möglich erschienen, stellen wir unsere diesbezüglichen Ergebnisse vor.

I. Die Zucht von *Parnassius apollo*

a) Die Eiablage

Beginnt man eine Zucht, so entstammt das betreffende „Start"-Weibchen in aller Regel der Natur. Um eine optimale Eiausbeute zu erhalten, muß zwei Faktoren besondere Beachtung geschenkt werden: Zum einen geht es darum, die Tiere bei der richtigen Temperatur zu halten.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Insbesondere in südlichen Ländern kommt es häufig vor, daß man die Tiere aus dem Gebirge ins Flachland bringt, wo in der Regel wesentlich höhere Temperaturen herrschen, die 35 °C leicht überschreiten. Ist dies der Fall, sterben die Tiere binnen weniger Minuten. Deswegen ist es zweckmäßig, die Aufbewahrungsgefäße im Halbschatten auf eine Wäscheleine zu hängen, so daß kühlender Wind hindurchstreichen kann.

Zum zweiten ist eine ausreichende Fütterung ein notwendiges Kriterium, um eine gute Eiausbeute zu erhalten. Das beste und einfachste Futtermittel ist ein Gemisch aus Honig und Wasser (im Verhältnis 1:30). Nach unserer Erfahrung ist es nahezu unmöglich, die Falter in Gefangenschaft mit Blüten zu füttern; auch trinken sie nicht selbständig von dem Honigwasser, es muß ihnen verabreicht werden. Am besten geschieht dies durch eine Einwegspritze. Man verfährt dabei folgendermaßen: Der Falter wird an den Flügeln gepackt und vor die Spritze gesetzt. Nun wird der Saugrüssel mit einer dünnen Nadel entrollt und in die Spritze eingeführt (Abb. 1). Die Tiere gewöhnen sich schnell an die Fütterung, so daß sie, nachdem sie zu trinken angefangen haben, ruhig an der Spritze sitzen bleiben. In dieser Stellung verharren sie bis zu 15 Minuten, in denen sie 0,1—0,2 ml Honigwasser trinken. Bei nicht zu warmer Witterung ist eine Fütterung pro Tag ausreichend.

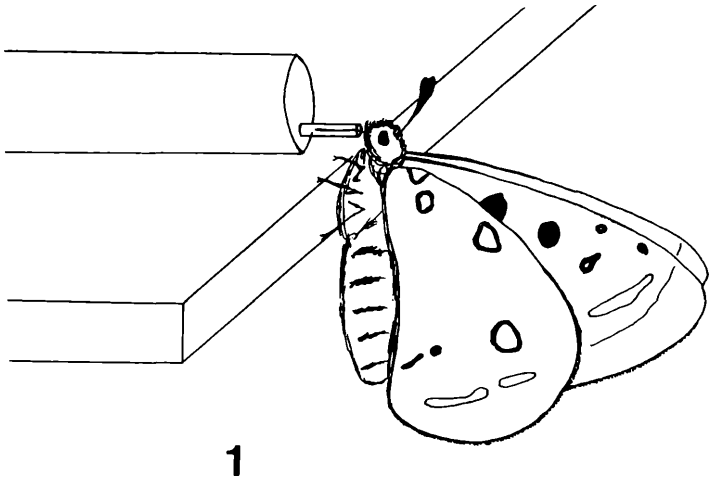


Abb. 1: Fütterung von *P. apollo* mit einer Spritze.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

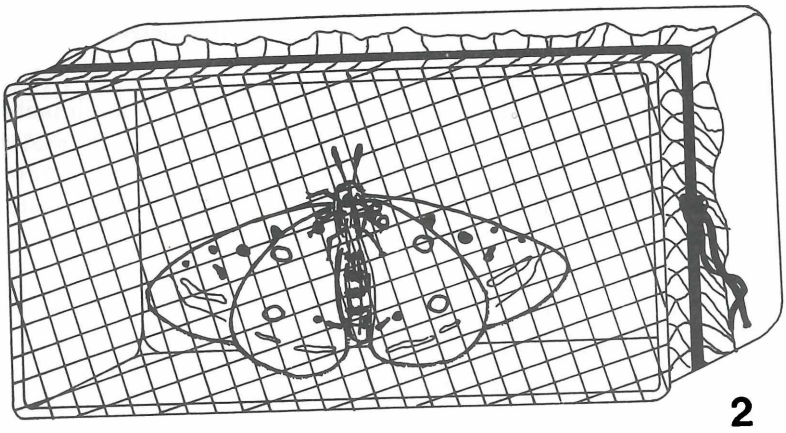


Abb. 2: Flache Plastikschale zur Eiablage.

Neben den genannten Aspekten sollte man den Aufbewahrungsgefäßen ebenfalls einige Aufmerksamkeit schenken. Flache, glattwandige Plastikschalen (ca. 20 × 11 × 6 cm), die mit Gaze überspannt wurden, haben sich am besten bewährt. Sind die Wände der Schalen zu griffig oder gar auch mit Gaze ausgekleidet, kann es leicht passieren, daß sich die ♀♀ beim Flattern Glieder ihrer Beine abreißen. Die Konsequenz davon ist, daß diese Tiere kaum noch Eier ablegen. Die übergespannte Gaze bietet den Tieren genügend Gelegenheit, sich festzuhalten und an diese auch die Eier abzulegen (Abb. 2). Eine Zugabe von Pflanzen oder gar der Futterpflanze ist nicht erforderlich, eher hinderlich. Die Eier können von der Gaze nach beendeter Ablage mit einer stumpfen Präpariernadel leicht entfernt werden.

Führt man die Eiablage in geschlossenen Räumen durch, so ist das Sonnenlicht unbedingt durch eine geeignete künstliche Lichtquelle zu ersetzen. Details hierzu sind im Abschnitt „Haltung und Verpaarung der Imagines" beschrieben.

Berücksichtigt man diese „apollospezifischen" Aspekte der Eiablage, so werden von einem frischen Weibchen in den ersten Tagen bis zu 30 Eier pro Tag abgelegt.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

b) Die Aufbewahrung der Eier

Am einfachsten bewahrt man die Eier in einem kleinen, mit Fließpapier ausgelegten Döschen auf, das immer leicht feucht gehalten werden sollte. Auf keinen Fall dürfen Kondenswassertropfen entstehen (Schimmelgefahr). Ein trockener, schattiger Ort ist für die Entwicklung der Eier ideal. Nach 5–6 Wochen bei Zimmertemperatur haben sich die Raupen vollständig entwickelt. Um sie zum Schlüpfen zu bringen, ist eine ebenfalls 5–6 Wochen dauernde Kältephase unerläßlich. Nur in ganz seltenen Fällen konnten wir einen Raupenschlupf vor der Kälteperiode beobachten. Allerdings kommt es nicht zu selten vor, daß die Raupen bereits während der Ruhephase schlüpfen. Um ein Verhungern der Tiere zu vermeiden, ist eine regelmäßige Kontrolle unerläßlich. Setzt man die Eier nach der beschriebenen Zeit einer Temperatur von ca. 24 °C aus, so schlüpfen alle Raupen innerhalb von drei Tagen, meistens sogar in den ersten Stunden. Neben der optimalen Temperatur hat man auch stets für eine geeignete Lichtquelle zu sorgen, da die Raupen stark lichtabhängig sind. Bringt man eine 40-W-Glühlampe etwa 25 cm über den Gefäßen an, so sind beide Voraussetzungen in der Regel erfüllt, und die Raupen beginnen innerhalb kürzester Zeit zu fressen.

c) Die Pflege und die Entwicklung der Raupen

Das erste Larvalstadium ist eine der kritischsten Phasen in der Entwicklung von *Parnassius apollo*. Um große Ausfälle zu vermeiden, ist die Auswahl des richtigen Futters, wie übrigens zu jedem Zeitpunkt der Zucht, von entscheidender Bedeutung. Frische, am besten eingepflanzte Triebe von *Sedum album* (Weißer Mauerpfeffer) haben sich als ideal erwiesen, um ein Heranwachsen bis zur ersten Häutung schnell zu erreichen. In späteren Larvalstadien ist diese Mauerpfefferart allerdings wenig zur Ernährung der Raupen geeignet. Aufgrund ihres recht hohen Wassergehalts ist der Kot der Raupen sehr breiig, so daß sie sich, insbesondere bei dichtem Besatz, leicht damit beschmieren. Dies führt häufig zum Verkleben der Stigmen, Schimmelbildung und Hautkrankheiten, die hohe Verluste mit sich bringen. Sobald das erste Larvalstadium überwunden ist, soll man sich also bemühen, eine wasserärmere Mauerpfefferart zu reichen. Beste Ergebnisse haben wir mit *Sedum reflexum* (Felsen-Fetthenne) erzielt. Insgesamt haben wir die Raupen von *Parnassius apollo* bisher an 5 *Sedum*-Arten erfolgreich gezüchtet:

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Sedum album (Weißer Mauerpfeffer)
Sedum rupestre (Tripmadam)
Sedum alpestre (Alpen-Fetthenne)
Sedum ochroleucum (Blaßgelbe Fetthenne)
Sedum reflectum (Felsen-Fetthenne)
(auch *Sedum telephium* wird problemlos akzeptiert, mündl. Mitt. W. NÄSSIG)

Es ist anzunehmen, daß noch zahlreiche andere Fetthennengewächse von *P. apollo* gefressen werden; verschiedene diesbezügliche mündliche Mitteilungen liegen uns vor. Die Beobachtung, daß sich Raupen einer bestimmten Subspezies am leichtesten mit der Pflanze füttern lassen, an der sie auch in der Natur fressen oder sie gar nur diese annehmen, konnten wir zumindest bei den von uns gezüchteten Populationen nicht machen.

Nach der ersten Häutung werden die Raupen nicht mehr in kleinen Plastikdöschen, sondern besser in flachen Kunststoffwannen (ca. 50 × 50 cm) gehalten, deren Boden zwecks Aufnahme überschüssiger Feuchtigkeit mit Sand bedeckt sein sollte. Bestrahlt man diese mit einer 40-W-Schreibtischlampe und bedeckt man das ganze mit einer durchlöcherten Plastikfolie, so ist es recht einfach, die Idealtemperatur von 24 °C zu halten. Die Einheit von Licht- und Wärmequelle ist von enormer Wichtigkeit, da sowohl die Raupen wie auch die Falter sich nicht nur nach der optimalen Temperatur, sondern auch nach dem maximalen Licht orientieren.

Erste Versuche mit „kaltem" Licht (Leuchtstoffröhren) und nichtleuchtenden Wärmequellen (Infrarotstrahler), die an möglichst weit voneinander entfernten Stellen der Zuchtgefäße angebracht wurden, bewirkten bei den Tieren offenbar eine starke Verunsicherung. Laufen sie zunächst zwischen Licht- und Wärmequelle hin und her, so selektieren sie schließlich zwar nach dem stärksten Licht, sind aber weiterhin sehr unruhig und nehmen nur zögerlich Nahrung auf.

Bei den von uns angebotenen Bedingungen befinden sich die ersten Raupen nach zweieinhalb Wochen im letzten Larvalstadium. In diesem Stadium ist eine ausreichende Fütterung von ausgesprochener Wichtigkeit. Ist das Nahrungsangebot einmal zu gering, verpuppen sich die Raupen vorzeitig. Kleine, kümmerliche Falter sind das Resultat. Eine zu hohe Temperatur und Trockenheit wirken sich ähnlich aus. Deswegen hielten wir die Raupen sicherheitshalber auch bei einem nachtkühlen (8–12 °C), eher feuchten Klima, selbst wenn dadurch eine längere

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Entwicklungsdauer in Kauf genommen werden mußte. In der Regel verpuppen sich die ersten Raupen nach drei Wochen. Es dauert dann noch weitere 4 Wochen, also insgesamt 7 Wochen, bis sich auch die letzte Raupe verpuppt hat. Unserer Meinung nach ist diese Faktorenkombination für die erfolgreiche Zimmerzucht in Mitteleuropa optimal. (Eine Zucht unter permanentem Dauerlicht mittels einer 25- oder 40-Watt-Lampe über dem Zuchtgefäß führt bei ausreichendem Futterangebot zur Verpuppung innerhalb von nur ca. 14—18 Tagen, ist allerdings nur bei kleinen Raupenanzahlen durchzuführen und beinhaltet ein leicht erhöhtes Infektionsrisiko; außerdem sind die erhaltenen Falter nicht immer voll freilandgroß; der Falterschlupf erfolgt bei diesen Bedingungen innerhalb von ebenfalls ca. knapp 2 Wochen, so daß theoretisch pro Monat eine Generation vom Ei zur Paarung zum Abschluß kommen kann; mündl. Mitt. W. A. NÄSSIG.)

d) Die Lagerung der Puppen

3—4 Tage vor der Verpuppung beginnen die Raupen mit intensiven Wanderungen. Haben sie einen geeigneten Verpuppungsplatz gefunden, bilden sie zwischen Pflanzenteilen ein lockeres Gespinst, in das sich die Raupe mit dem Rücken nach unten einhängt. 2—3 Tage nachdem sich die Raupe zurückgezogen hat erfolgt die Verwandlung zur Puppe, die zunächst grünlich durchscheinend ist. Erst nach 2—3 Tagen bildet sie die für den Apollo charakteristische weiße Bereifung aus, die aus kutikulären Wachs besteht und die dann die dunkelbraune Grundfarbe überdeckt (Abb. 3). Nun ist die Puppe ausgehärtet, man kann sie leicht dem Gespinst entnehmen. Am besten legt man sie in einen flachen Pappkarton, der mit Gaze ausgekleidet ist, so daß die Falter nach dem Schlupf leicht an den Wänden emporklettern können. Aus demselben Grund sollte die über den Karton gespannte Gaze, etwa durch einen eingestellten Stock, trichterförmig nach oben gezogen werden. Die Puppen werden unter denselben Licht- und Wärmebedingungen wie die Raupen gehalten (24 °C, 16 Std. Licht, 8 Std. Dunkelheit). Um eine gewisse Feuchte zu erreichen, sollten sie hin und wieder angesprüht werden, aber auch hier gilt der Grundsatz, Nässe zu vermeiden.

e) Haltung und Verpaarung der Imagines

Nach 4 Wochen Puppenruhe schlüpfen die Imagines. Fast immer sind die ersten erscheinenden Falter männliche Tiere, die oftmals zu einem Zeitpunkt schlüpfen, zu dem sich die letzte Raupe noch nicht verpuppt

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Abb. 3: Ausgehärtete Puppe in ihrem Gespinst.

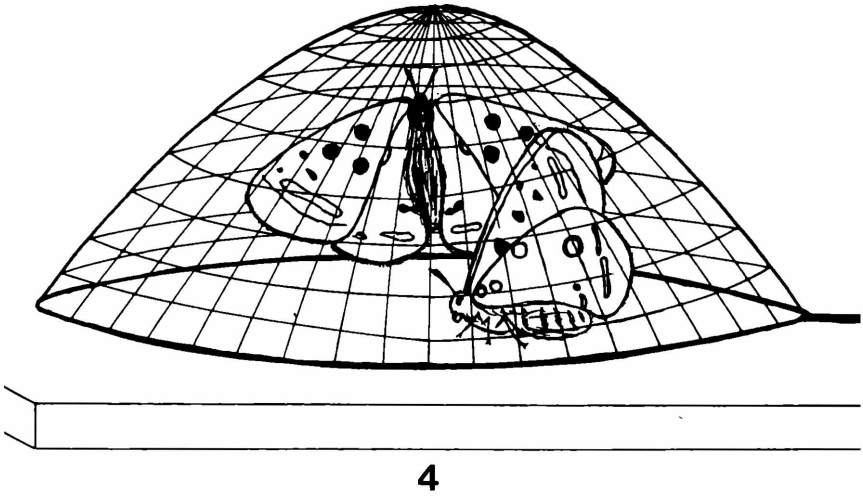


Abb. 4: Aufheizen der Falter vor der Verpaarung.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

hat. Die Weibchen beginnen ca. eine Woche später als die Männchen zu erscheinen. Die Falter schlüpfen in aller Regel in der erste Stunde nach Einschalten des Lichtes (Tafel C, Fig. 7).

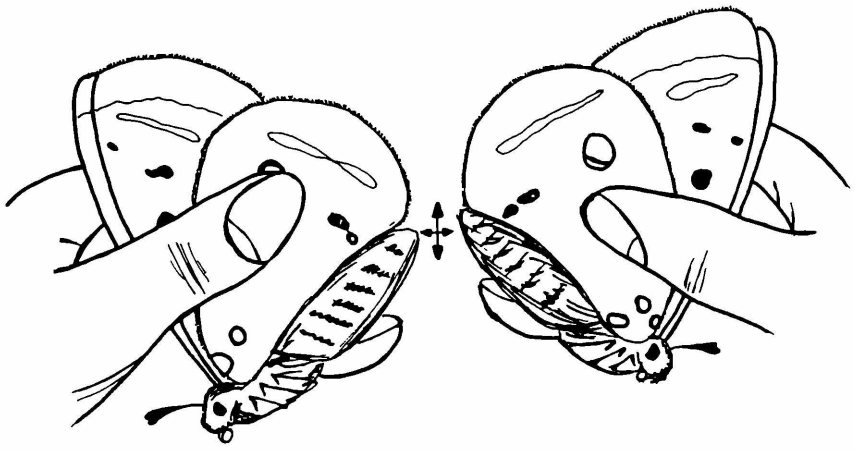
Man muß den Faltern unbedingt die Möglichkeit geben, ihre Flügel ungestört zu entfalten. Im Gegensatz zu anderen Tagfaltern dauert dies recht lange. Je nach Temperatur vergehen unter unseren Zuchtbedingungen 2–6 Stunden, bis die Falter voll flugfähig sind. (Zum Vergleich: Imagines von *Papilio machaon* mit etwa gleicher Flügelfläche sind in aller Regel selbst bei kühlem Wetter bereits 1 Stunde nach dem Schlupf flugfähig. Frisch geschlüpfte Imagines vom *Lasiommata megera* sind sogar nach nur 15 bis 20 Minuten voll flugfähig, wenn auch noch weichflüglig.) Nach dem Aushärten der Flügel hält man die Tiere am besten kühl und dunkel (1 Std. Licht vor der Fütterung, 23 Stunden Dunkelheit).

Vor der Fütterung müssen sie mindestens eine Stunde bei ca. 30 °C, der Präferenztemperatur der Imagines, aufgewärmt werden. Erst wenn das intensive Flattern in eine Phase des Sonnens und des Ruhens übergegangen ist, ist der richtige Zeitpunkt zur Fütterung gekommen. Die Fütterung wird genauso wie oben beschrieben dicht unter einer wärmespendenden Lampe durchgeführt (Tafel C, Fig. 6).

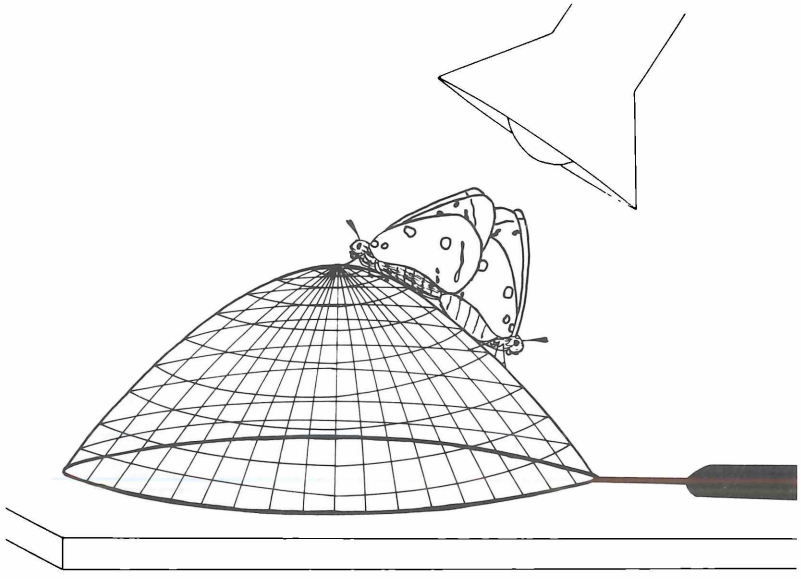
Die Männchen (Tafel C, Fig. 5) brauchen zur Erreichen der vollen Geschlechtsreife etwa 4–5 Tage, die Weibchen hingegen sind unmittelbar nach dem Schlupf paarungsbereit. Eine freiwillige Verpaarung konnten wir in Gefangenschaft nur in einem einzigen Fall beobachten, in der Regel ist Handpaarung erforderlich. Diese nimmt man folgendermaßen vor:

Die Falter, die man miteinander verpaaren möchte, setzt man zusammen unter ein Küchensieb und „heizt" sie bei gut 30 °C etwa eine Stunde auf, indem man sie mit der bereits beschriebenen Schreibtischlampe bestrahlt (Abb. 4). Hat man den Eindruck, daß die Aktivität der Tiere nicht weiter zunimmt, kann man die Paarung folgendermaßen versuchen: Man faßt die Falter so an den Flügeln, daß man die Abdomina in einem Winkel von etwa 60 ° aneinanderreiben kann (Abb. 5). Recht bald beginnt das Männchen, die Valven zu öffnen, und das Weibchen, seinen Kopulationsapparat auszufahren. Durch etwas Übung lernt man schnell den Zeitpunkt abzupassen, zu dem man die Abdomina aneinanderfügen muß, damit die Falter miteinander kopulieren. Diese Arbeiten müssen immer unter der Lampe bei ca. 30 °C durchgeführt werden, zusätzliches Licht ist dabei zu vermeiden, es stört die Falter erheblich (Abb. 6).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



5



6

Abb. 5: Handpaarung von *P. apollo*. **Abb. 6:** Durch Handpaarung herbeigeführte Kopula, die sich unter einer Lampe sonnt.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Sind diese Gegebenheiten nicht vorhanden, nimmt die Kopulationsbereitschaft der Falter so stark ab, daß eine Paarung kaum noch herbeizuführen ist. Bei FRIEDRICH (1975) wird das „Antöten" der Männchen als paarungserleichternde Methode beschrieben. Wir können nicht sagen, daß wir auf diesem Weg bessere Erfolge erzielen konnten, meistens schlugen solche Paarungsversuche sogar fehl.

Hat man den Eindruck, daß die Falter aneinander haften, so hält man sie noch eine Minute fest und setzt sie dann vorsichtig auf das Sieb zurück und bringt die Lampe direkt über die Kopula (Tafel C, Fig. 8). Außer dieser einen Lampe sollten keine weiteren Lichtquellen im Raum vorhanden sein, da die Falter durch jedes Fremdlicht gestört werden, unablässig umherwandern und sich unter Umständen sogar vorzeitig voneinander lösen. Die Kopulationsdauer beträgt ca. zweieinhalb Stunden.

Nachdem sich die Falter voneinander gelöst haben, setzt man das Weibchen unmittelbar zur Eiablage in eine Plastikschale. Bei 30 °C und 18 Std. Licht legen sie pro Tag bis zu 30 Eier. 50 Eier sind die untere Grenze dessen, was man von einem einzigen Weibchen erwarten kann. Bis zu 200 legt ein großes und gesundes Tier (Abb. 7). Prinzipiell kann man die Männchen mehrere Male verpaaren. Es ist aber sicherer, für jedes Weibchen ein frisches Männchen auszuwählen.

Unter den von uns gewählten Zuchtbedingungen vergehen von der Eiablage bis zur Verpaarung der Falter ca. 20 Wochen. Es ist somit leicht möglich, zwei Generationen im Jahr zu züchten. In Abb. 8 ist die Entwicklung noch einmal zusammengefaßt.

Anfangs wurde zum Ausdruck gebracht, daß die Zucht von *P. apollo* eine Möglichkeit darstellen könnte, zum Erhalt der Art in Zukunft beizutragen. Ein derartiger Gedanke wurde in erster Linie dadurch motiviert, daß man innerhalb recht kurzer Zeit eine sehr große Anzahl an Individuen züchten kann, die den entsprechenden Freilandtieren zumindest hinsichtlich ihrer äußeren Erscheinung in nichts nachstehen. Folgendes Rechenexempel mag als Beispiel dienen: Geht man von nur einem einzigen „Start"-Weibchen aus und nimmt man an, daß ein jedes Weibchen der Zucht 25 Nachkommen hervorbringt, eine Zahl, die eher unterdurchschnittlich ist, so ergibt sich für eine bestimmte Anzahl Generationen (n) folgende Abhängigkeit für die Anzahl der Individuen (I) in der jeweiligen Generation:

$$I = \frac{2 * (25^{n+1} - 25^{n})}{24 * 2^{n}}$$

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

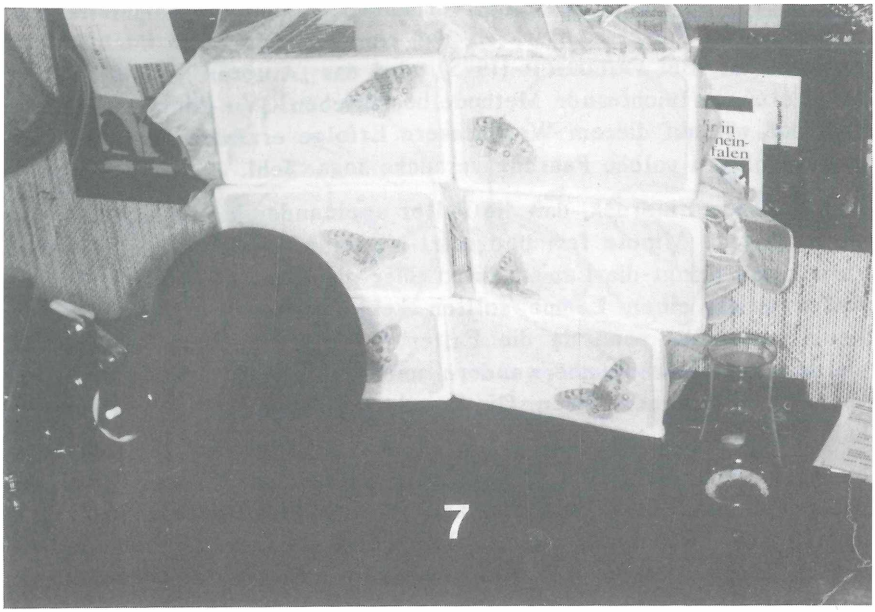


Abb. 7: Eiablage der Zuchtweibchen in Gefangenschaft. Rechts unten im Erlenmeyerkolben sind die bereits abgesammelten Eier zu erkennen.

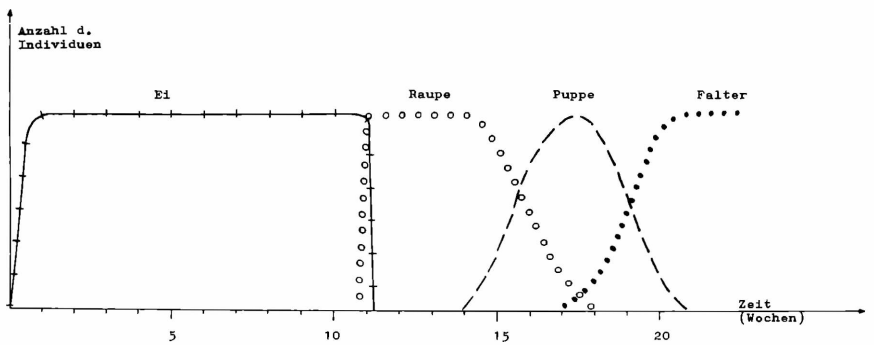


Abb. 8: Entwicklungszyklus von *P. apollo.*

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Demnach erhielte man bei Verpaarung aller Falter einer Generation bereits nach 5 Generationen (also zweieinhalb Jahren!) gut 600 000 Tiere, nach 10 die rein theoretische Anzahl von rund 180 Milliarden Individuen!

Wir selbst haben in keinem Fall Versuche unternommen, durch das Aussetzen von Faltern, Puppen, Raupen oder Eiern des Apollo bestehende Populationen zu stärken oder gar neue anzusiedeln. Insofern wollen wir uns Spekulationen über eine diesbetreffende Methode zurückhalten, wenn wir auch der Auffassung sind, daß es wohl am leichtesten wäre, Puppen in gesicherten Vorrichtungen (Schutz vor Freßfeinden und Witterungseinflüssen) auszulegen. Bei solchen Versuchen sollte man jedoch immer auch berücksichtigen, daß die gezüchteten Falter aufgrund von Domestikationserscheinungen verhaltensgestört sein können oder abnormes ökologisches Verhalten zeigen (z. B. von Freilandtieren abweichende Wärme-/Feuchtigkeitsansprüche, höhere Infektionsempfindlichkeit etc.). Durch unüberlegtes Aussetzen von (z. B. ortsfremden) Faltern könnte sogar unter Umständen (durch Einbringung unzureichend an lokale Gegebenheiten angepaßter Gene) einer ganzen Population Schaden zugefügt werden. Mit der Ausbürgerung von über mehrere Generationen gezüchteten Faltern wurden noch viel zu wenige

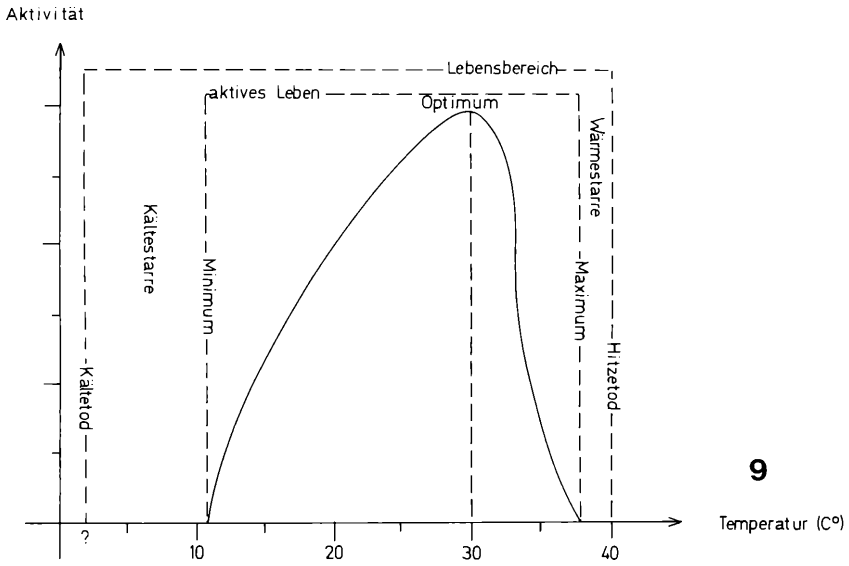


Abb. 9: Temperaturtoleranzkurve der Imagines von *P. apollo* (verändert nach HAFNER & PHILIPP 1986).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Erfahrungen gemacht, als daß man darüber präzise Angaben machen könnte. In jedem Fall ist äußerste Vorsicht angeraten! Dennoch sehen wir die Massenzucht von *Parnassius apollo* als ein potentiell gutes Instrumentarium an, das bei sorgfältiger Planung helfen könnte, manche vom Aussterben bedrohte Population bzw. Unterart zu retten.

II. Beobachtungen zur Ökologie

a) Die Temperaturbedürfnisse von *Parnassius apollo*

Die Temperaturbedürfnisse einer biologischen Spezies sind nur mit großem apparativen Aufwand (z. B. „Temperaturorgeln") präzise zu erfassen. Entsprechende Geräte standen uns nicht zu Verfügung. Dennoch haben wir versucht, durch die Beobachtung der jeweiligen Aktivität bei einer bestimmten Temperatur für die Imagines von *P. apollo* eine Temperaturtoleranzkurve zu erstellen (Abb. 9). Die Celsius-Temperaturen sind ungefähre Werte, die bei der relativ groben Methode nur Anhaltspunkte liefern können.

Wie aus der Grafik hervorgeht, zeigen die Tiere erst bei einer Temperatur über 10 °C Aktivität, die ihr Maximum bei ca. 30 °C erreicht. Steigt die Temperatur über 35 °C an, stellt sich eine Hitzestarre ein, die nur dann ohne Schaden reversibel ist, wenn die Falter nur sehr kurze Zeit einer solch hohen Temperatur ausgesetzt werden. Bei knapp 40 °C tritt binnen weniger Minuten der Hitze-(oder Vertrocknungs-) Tod ein. Untersuchungen, die eine Abgrenzung des Lebensbereiches nach unten ermöglichen, haben wir nicht vorgenommen.

Von Interesse ist darüber hinaus die Zeitspanne, die die Falter brauchen, um maximale Aktivität zu erreichen. Setzt man die „kalten" Falter (10–15 °C) ihrer Präferenztemperatur aus, so dauert es ca. 60 Minuten, bis sie zur Nahrungsaufnahme bzw. Paarung bereit sind. Zwar beginnen sie bereits nach relativ kurzer Zeit zu flattern, doch erst nach der beschriebenen Zeit scheint der Stoffwechselumsatz ein Niveau erreicht zu haben, das die genannten Aktivitäten ermöglicht.

Bezüglich der Temperaturbedürfnisse von Ei und Raupe können wir nur wesentlich weniger präzise Angaben machen. Für die Raupen ermittelten wir eine Optimaltemperatur von 24 °C. Hinsichtlich der Erforschung der Maximal- bzw. Minimaltemperatur haben wir keine Untersuchungen angestellt. Die Eier entwickelten sich bei Zimmertemperatur (19–21 °C) optimal. Kälte- oder Hitzetests haben wir nicht durchgeführt. Während der im Kühlschrank künstlich herbeigeführten Kälteperiode herrschten Temperaturen zwischen 0 ° und 6 °C, einer Abkühlung unter den Gefrierpunkt haben wir die Eier niemals ausgesetzt.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Nach Mitteilung von SCHURIAN (1991, mündl.) ist es möglich, die Eier in einem Eisblock über einen längeren Zeitraum schadlos einzufrieren. Detaillierte Aussagen über die Kälteverträglichkeit dieses Entwicklungsstadiums können wir nicht machen.

Bei der beschriebenen Behandlung erhielten wir eine Schlupfrate von über 95 %, wobei sich über 98 % der geschlüpften Raupen zum Falter weiterentwickelten.

b) Die Raupenentwicklung unterschiedlicher Subspezies

Oftmals haben wir verschiedene Unterarten des Apollofalters parallel unter den gleichen Bedingungen gezüchtet. Dabei zeichnete sich folgende Grundtendenz ab: Subspezies aus hohen Lagen entwickeln sich im allgemeinen merklich langsamer als solche aus niedrigen Regionen. In zwei Fällen können wir dies an relativ nah beieinander lebenden Unterarten belegen. Es handelt sich hierbei um *P. a. maurilianus* FERNANDEZ 1926 (NW-Spanien, Prov. Palencia, Sierra de Peña Labra, Umgeb. Vañes, 1200 m) und *P. a. ardanazi* FERNANDEZ 1926 (NW-Spanien, Prov. Santander, Picos de Europa, Umgeb. Portillas, 1600 m), sowie um *P. a. aragonicus* BRYK 1919 (N-Spanien, Prov. Huesca, Sierra de la Peña, 1100 m) und *P. a. pyrenaicus* HARCOURT-BATH 1896 (N-Spanien, Zentralpyrenäen, Jasa, 1600 m). Stellvertretend seien die Parallelzuchtdaten von *P. a. aragonicus* und *P. a. pyrenaicus* dargestellt (Tab. 1).

Tabelle 1:

P. a. pyrenaicus (Jasa, Huesca, Spanien)

1. Raupe	1. Puppe	1. Falter	letzter Falter
30. iii. 86	1. v. 86	15. v. 86	30. vi. 86

P. a. aragonicus (Sierra de la Pena, Huesca, Spanien)

1. Raupe	1. Puppe	1. Falter	letzter Falter
30. iii. 86	22. iv. 86	5. v. 86	15. v. 86

Der Trend, daß sich Gebirgstiere unter denselben Lebensbedingungen langsamer als benachbarte Subspezies flacherer Regionen entwickeln, zeichnete sich immer wieder ab, eine gegenteilige Beobachtung konnten wir nie machen.

c) Die Entwicklung der Faltergröße bei *P. a. bellingianus* während der Zucht über sieben Generationen

Die Subspezies *P. a. bellingianus* wurde über sieben Generationen gezüchtet (Tabelle 2).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Tabelle 2:

Generation	1. Raupe	1. Puppe	letzte Puppe	1. Falter	letzter Falter
F_1	20. xii. 84	Daten fehlen	15. i. 85	1. ii. 85	Daten fehlen
F_2	1. viii. 85	22. viii. 85	29. ix. 85	14. ix. 85	13. x. 85
F_3	30. iii. 86	22. iv. 86	6. v. 86	5. v. 86	10. vi. 86
F_4	3. xi. 86	14. xii. 86	25. i. 87	8. i. 87	28. i. 87
F_5	15. viii. 87	1. ix. 87	22. ix. 87	20. ix. 87	14. x. 87
F_6			– Daten fehlen –		
F_7	22. i. 89	14. ii. 89	Daten fehlen	12. iii. 89	10. iv. 89

Eine Variation der Faltergröße von Generation zu Generation war deutlich zu erkennen. Da wir uns bemühten, die Zuchtbedingungen möglichst konstant zu halten (Kellerraum mit jahreszeitenunabhängigem Klima, stets ausreichendes Futterangebot, gleiche Futterqualität etc.), können diese Variationen nicht allein auf die unter Umständen unterschiedlichen Lebensbedingungen der einzelnen Generationen zurückgeführt werden.

Um dieses Phänomen nicht nur pauschal zu erfassen, mußten wir uns auf eine Methode zur Vermessung der Falter festlegen. Von der Bestimmung der Spannweite nahmen wir Abstand, da sie bei den oftmals ungleichmäßig gespannten Faltern nur ungenau zu erfassen ist. Vielmehr nahmen wir die Länge des rechten Vorderflügels als relatives Maß für die Faltergröße insgesamt. Gemessen wurde die Strecke von der Flügelbasis bis zum Apex. Tiere, bei denen der entsprechende Flügel verkrüppelt oder beschädigt war, wurden nicht in die Vermessungen einbezogen. Die Geschlechter wurden generell getrennt behandelt. In einem ersten Schritt wurde die Größenverteilung innerhalb einer Generation betrachtet, als zweites wurden diese Daten zusammengestellt, um eine Aussage über die Entwicklung der Faltergröße über die Generationen hinweg machen zu können. Insgesamt wurden 229 männliche und 241 weibliche Falter vermessen.

1. Die Größenverteilung innerhalb der einzelnen Generationen:

Die Parentalgeneration (Freilandtiere, N-Italien, Südtirol, Umgebung Schlanders; Tafel A, Fig. 1 und 2) wies eine durchschnittliche Vorderflügellänge von 35,5 (♂) bzw 37,9 (♀) mm auf (Abb. 10). Einige wenige Tiere erreichten eine Vorderflügellänge von über 40 mm, Falter mit weniger als 30 mm traten nicht auf.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

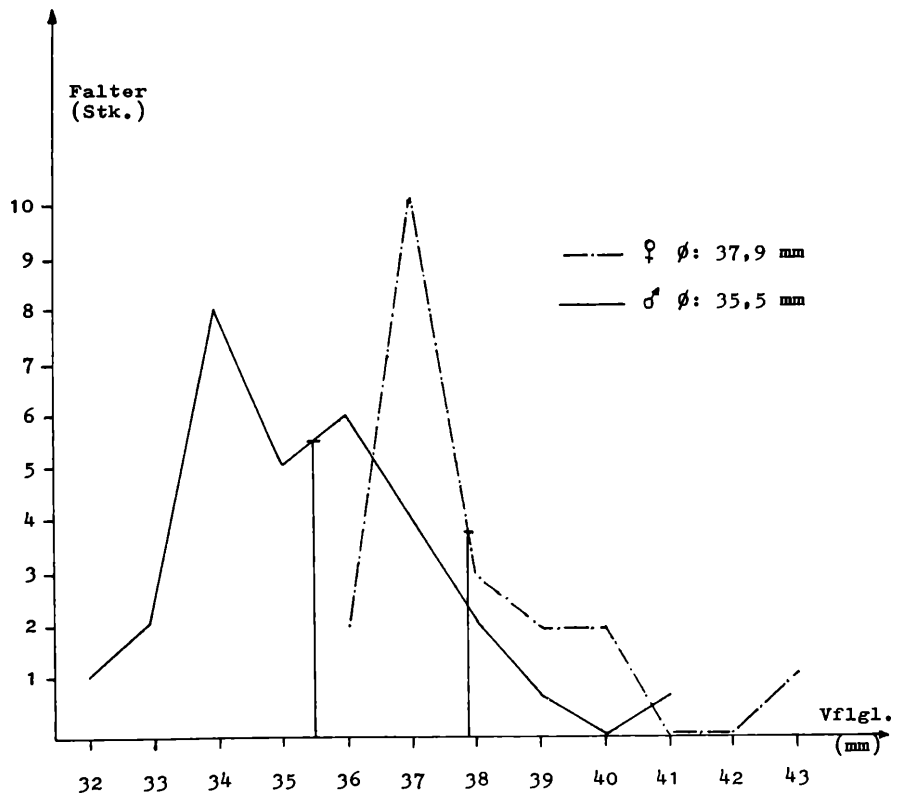


Abb. 10–17: Verteilung der Faltergröße in der Parentalgeneration, 1.–7. Filialgeneration von *P. a. bellingianus*. Die durchschnittliche Vorderflügellänge stellt das arithmetische Mittel aller Falter eines Geschlechts dar. – **Abb. 10:** Parentalgeneration.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

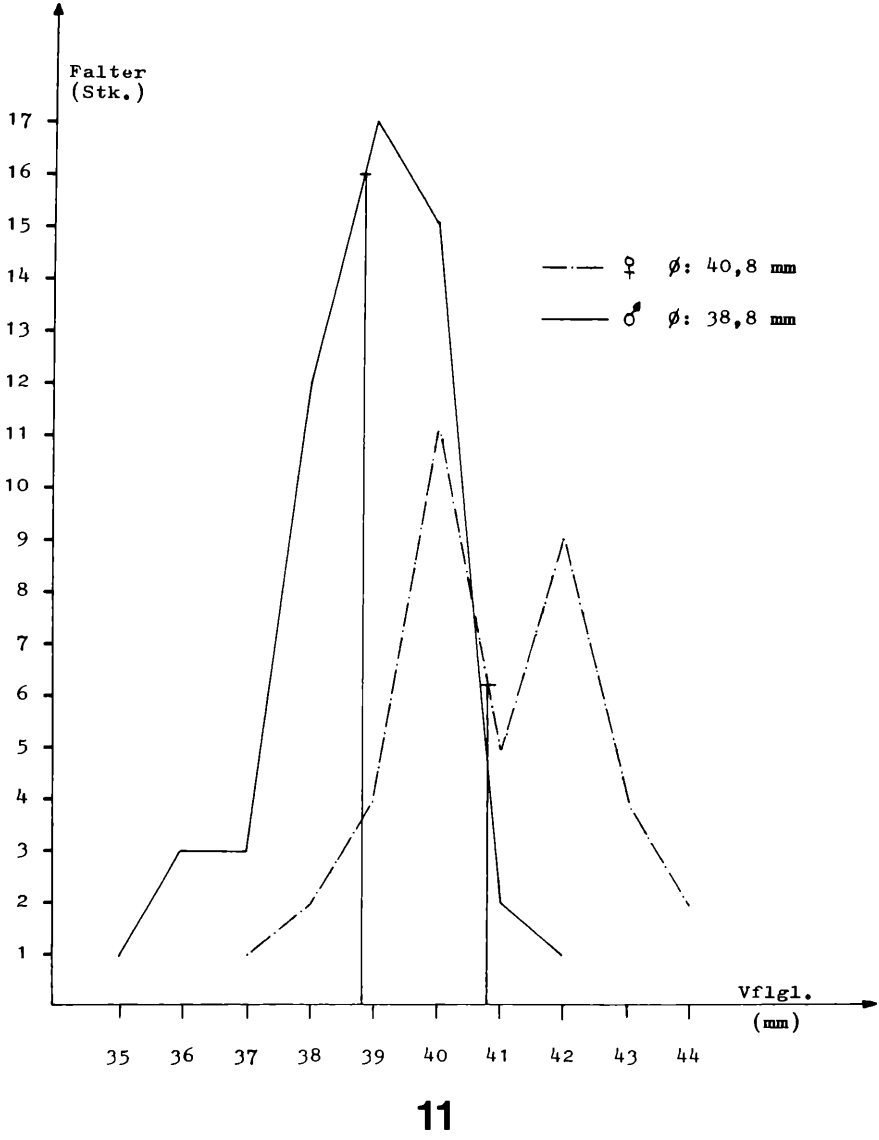


Abb. 11: Erste Filialgeneration.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Die Zucht der ersten Filialgeneration (Tafel A, Fig. 3 und 4) geschah unter optimalen Bedingungen (Licht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Futter). Als Resultat ergaben sich Falter, die im Schnitt 3 mm längere Vorderflügel als die Freilandtiere aufwiesen (Abb. 11). Allerdings sind die größten Exemplare nur unbedeutend größer als die entsprechenden Falter der Parentalgeneration (Tafel B, Fig. 1). Demnach scheint es eine genetisch fixierte Maximalgröße zu geben, die im Freiland nur in seltenen Fällen, in Gefangenschaft bei optimalen Bedingungen hingegen von einer Vielzahl der Tiere erreicht wird.

In allen folgenden Generationen gelang es uns nie wieder, die Bedingungen dermaßen gut einzustellen. Immer wieder kam es vor, daß die Raupen zu trocken oder zu warm gehalten wurden, oder daß einmal zu wenig Futter vorhanden bzw. es nicht ganz frisch oder zu trocken war. Insbesondere während der Zucht der zweiten Filialgeneration stand im letzten Larvalstadium einmal zuwenig Futter zur Verfügung. Daraufhin verpuppten sich einige Raupen vorzeitig, Hungerformen mit einer Vorderflügellänge vom 31 mm waren das Resultat (Abb. 12). Somit ist es leicht zu erklären, daß der Gesamtdurchschnitt der Falter dieser Generation unter dem der Parentalgeneration liegt. Läßt man bei der Errechnung der Durchschnittsgröße diese Hungerformen allerdings außer acht, so erreicht diese Generation ziemlich genau die Größe der Parentalgeneration.

Die dritte Filialgeneration (Tafel A, Fig. 5 und 6) liegt im Durchschnitt wieder deutlich über der Parentalgeneration, erreicht aber nicht ganz die F_2 (Abb. 13).

In den folgenden beiden Generationen (F_4/F_5) nimmt die Durchschnittsgröße der Falter deutlich ab (Abb. 14 und 15). Dies läßt sich in erster Linie auf das verstärkte Auftreten kleiner Falter (Tafel B, Fig. 3; Vorderflügellänge 25—27 mm) zurückführen, unserer Ansicht nach erste Inzuchterscheinungen, da diese Falter oftmals auch noch andere Defekte aufwiesen.

Durch sorgfältige Auswahl des Zuchtmaterials gelang es in der sechsten Filialgeneration noch einmal, die Größe der Parentalgeneration zu erreichen, doch traten in der siebten (Tafel A, Fig. 7 und 8) erneut viele Inzuchterscheinungen auf, die sich in erster Linie in der geringen Größe der Falter niederschlugen (Tafel B, Fig. 4), so daß diese Tiere im Schnitt nur eine Vorderflügellänge von 30,9 (♂) bzw. 35,1 (♀) mm aufwiesen und somit die kleinste aller Generationen darstellten (Abb. 16 und 17).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

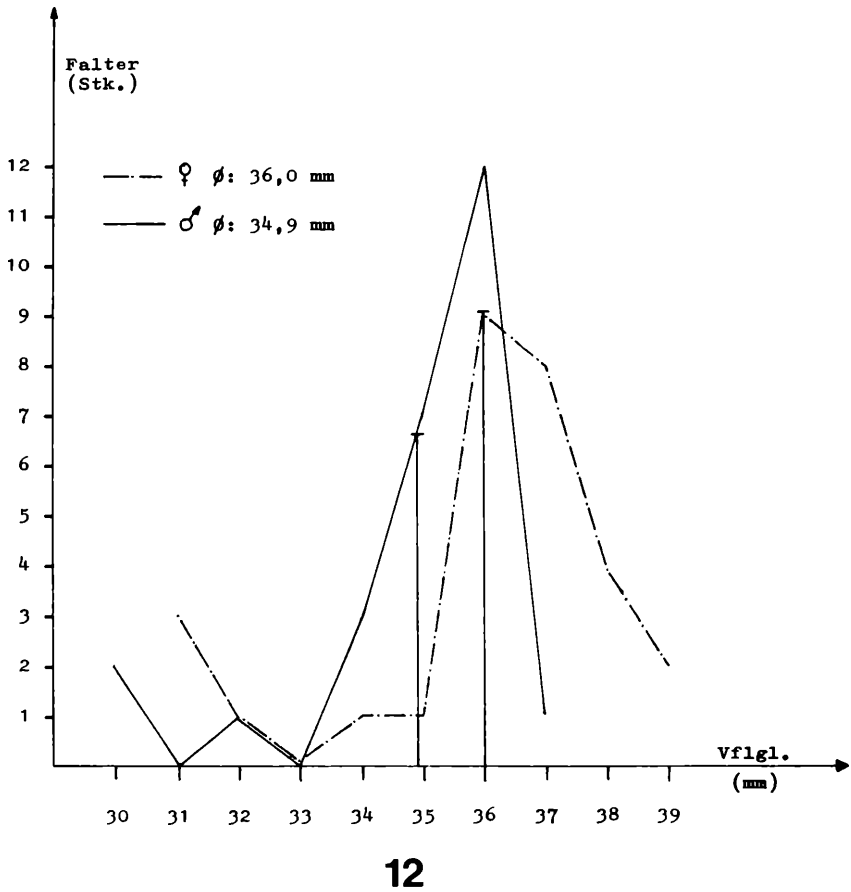
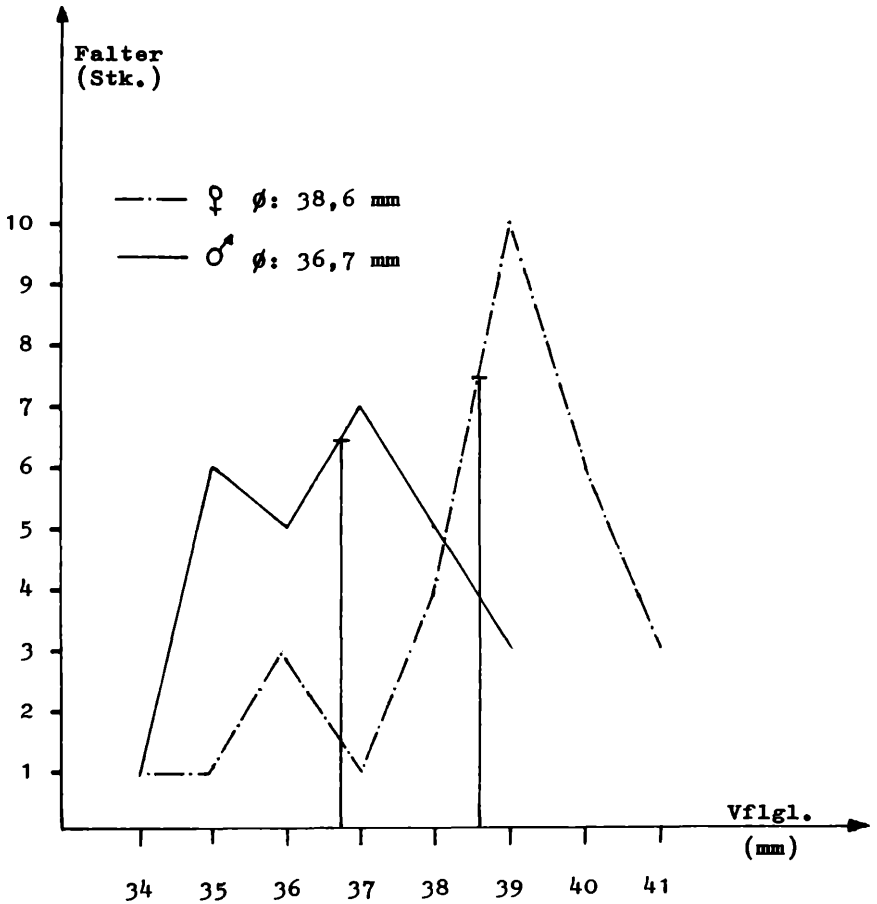


Abb. 12: Zweite Filiangeneration.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



13

Abb. 13: Dritte Filialgeneration.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

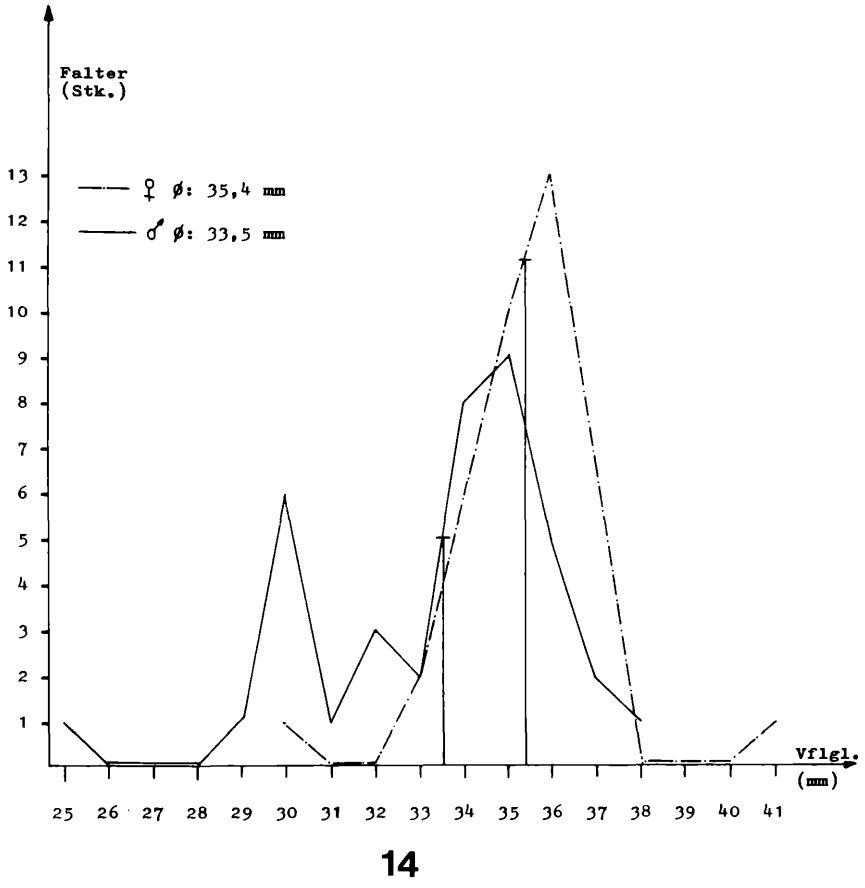


Abb. 14: Vierte Filialgeneration.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

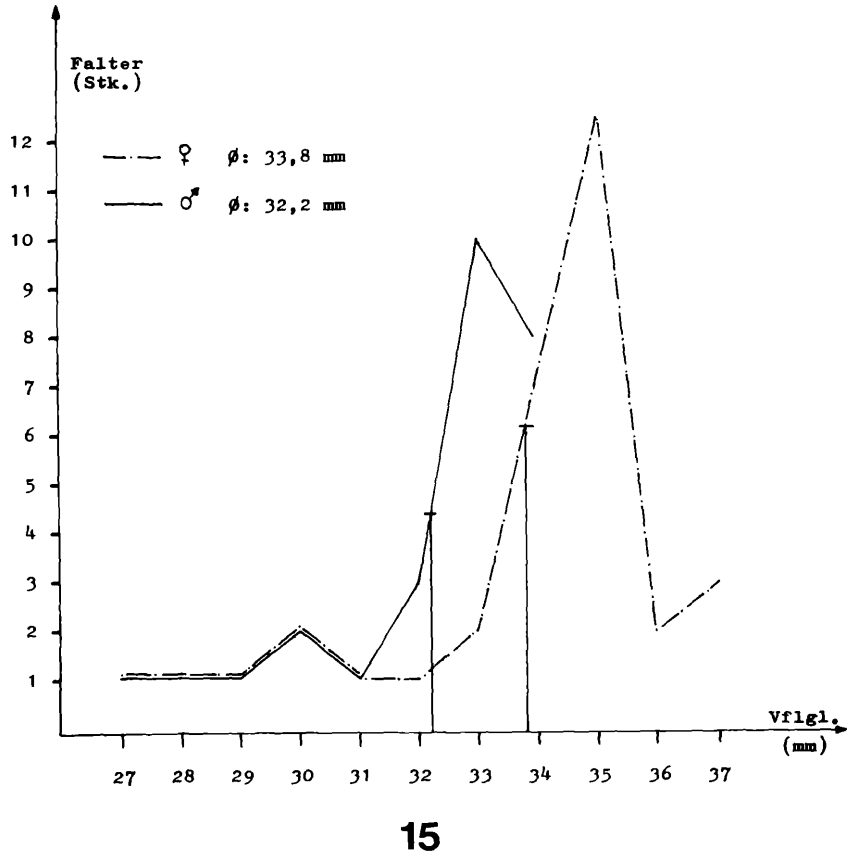
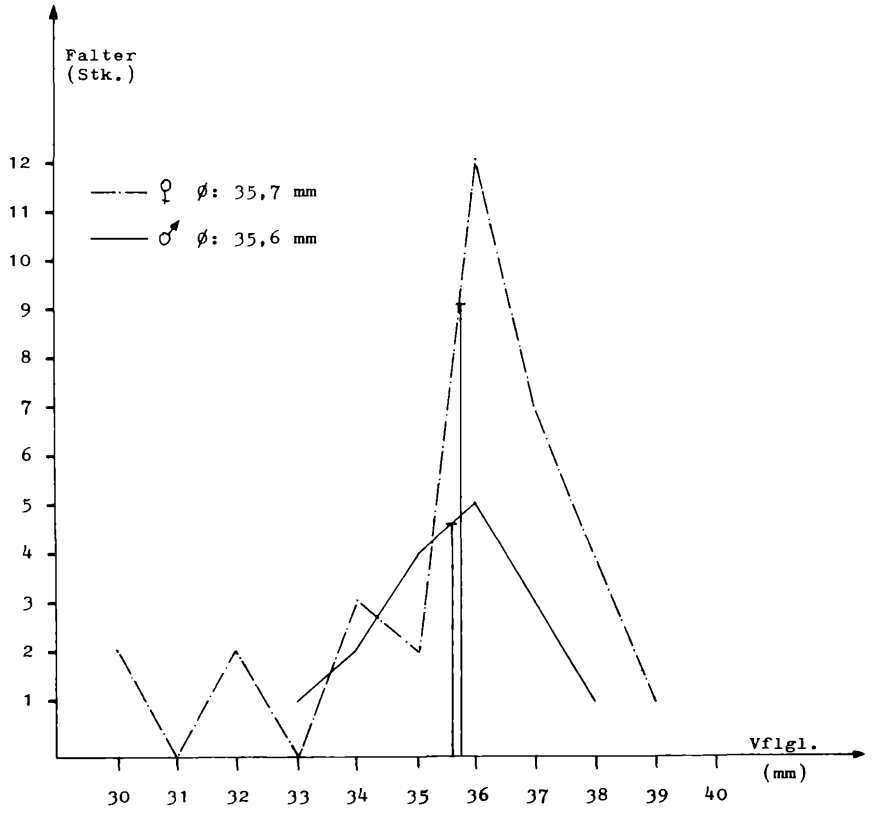


Abb. 15: Fünfte Filialgeneration.

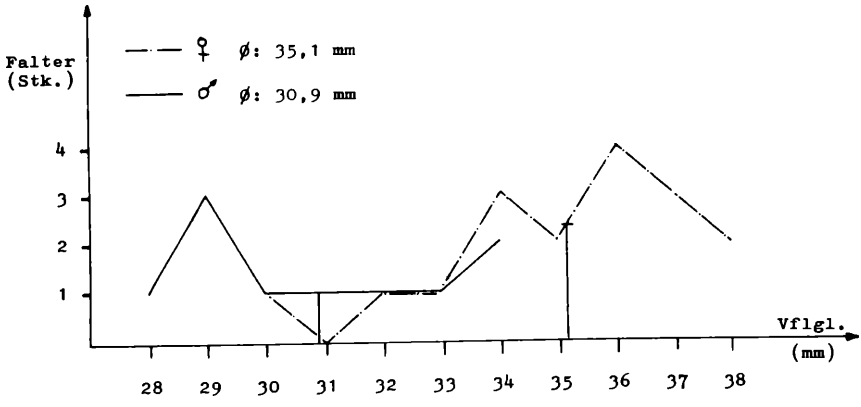
©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



16

Abb. 16: Sechste Filialgeneration.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



17

Abb. 17: Siebte Filialgeneration.

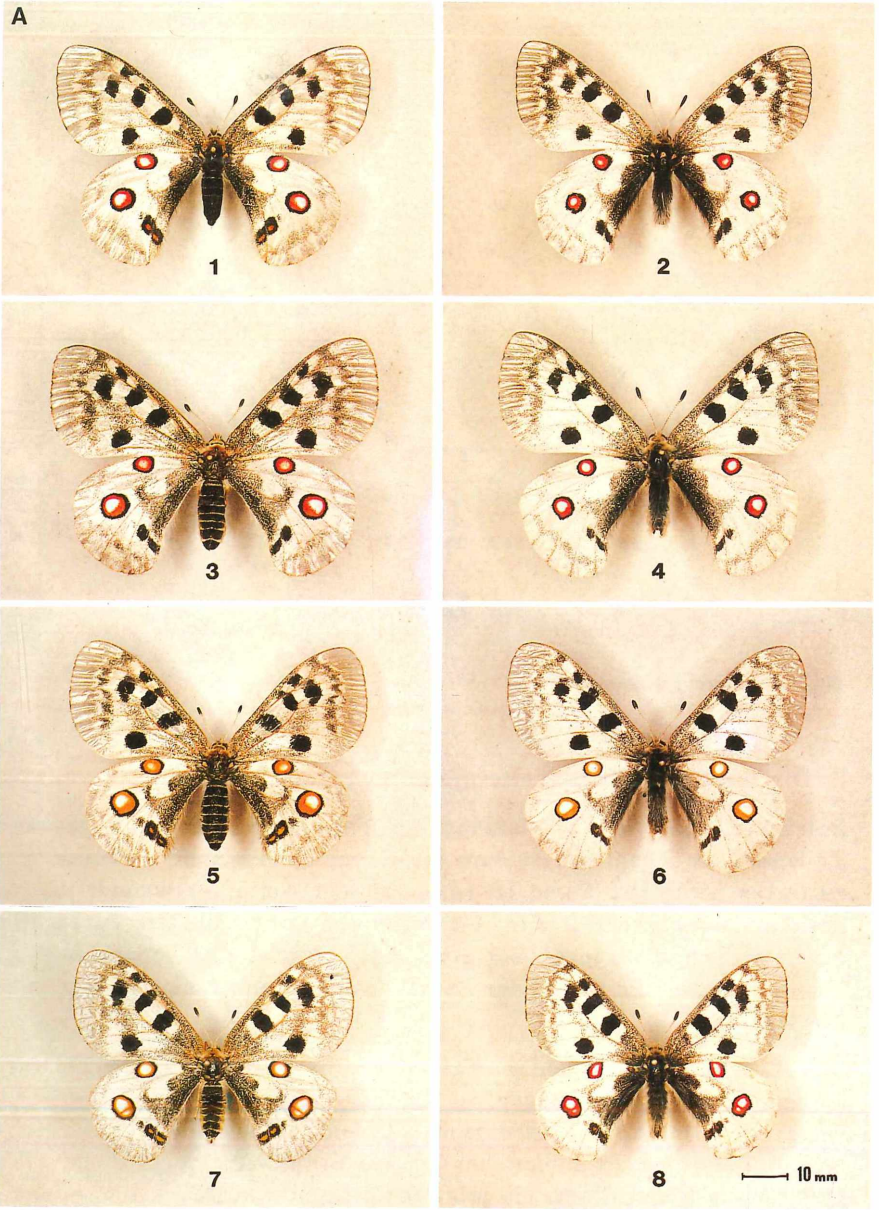
2. Die Entwicklung der Faltergröße im ganzen gesehen:

Betrachtet man die Entwicklung der Faltergröße über den gesamten Zeitraum der Zucht, so ist eine insgesamt abnehmende Tendenz festzustellen (Abb. 18). Somit ist es auch nicht weiter verwunderlich, daß der Gesamtdurchschnitt aller Generationen unter dem der Parentalgeneration liegt. Demgegenüber steht die Tatsache, daß immerhin 4 der 7 Generationen die Größe der Parentalgeneration erreichen oder sogar übertreffen.

Insgesamt muß man wohl zu folgender Einschätzung kommen: Unter optimalen Zuchtbedingungen ist es ein leichtes, in Gefangenschaft Falter zu züchten, die den entsprechenden Freilandtieren an Größe in nichts nachstehen oder diese im Gesamtdurchschnitt sogar übertreffen. Daß dies in dieser Form bis jetzt in anderen Zuchten kaum gelungen ist, läßt sich wohl einzig darauf zurückführen, daß die Lebensbedingungen der Raupen immer suboptimal waren. Die Tatsache, daß die Größe der Falter am Ende unserer Zucht dennoch abnahm, führen wir allein

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

A



©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

auf Inzuchterscheinungen zurück. Um diese zu vermeiden, müßte man Parallelstämme anlegen und Querkreuzungen durchführen – eine Methode, die bei der Tierzucht mit Erfolg allgemein praktiziert wird, uns aufgrund mangelnder Kapazität leider verwehrt blieb. Daß wir die Zucht nach der siebten Generation abbrachen, lag weniger an dem Zuchtmaterial als vielmehr an äußeren Umständen. Wahrscheinlich läßt sich bei entsprechender Verfahrensweise *P. apollo* in Gefangenschaft über beliebig viele Generationen züchten.

III. Genetik und Vererbung, Diskussion einzelner Unterarten

a) Die Raupenzeichnung als ein Merkmal zur Unterartbestimmung (Abb. 19)

Während unserer Beobachtungen galt der Raupenzeichnung besondere Aufmerksamkeit. In nahezu sämtlicher Fachliteratur wird sie recht oberflächlich beschrieben, z. B. „. . . samtschwarz, mit kleinen stahlblauen Warzen und auf jeder Seite eine Reihe orangegelber Flecken" (FORSTER & WOHLFAHRT 1955). Lediglich NIKUSCH (1992) hat bis jetzt darauf hingewiesen, daß es gerade bezüglich jener orangegelben Augenflecken eine von Unterart zu Unterart stark variierende Ausprägung gibt. NIKUSCH erkannte deren Bedeutung für die Klassifikation der Unterarten von *P. apollo*, was angesichts der selbst nach der Revision von CAPDEVILLE (1978–1980) noch verbliebenen 107 validen Taxa von großer Bedeutung ist. Darüber hinaus wird man nach Sammlung weiterer Daten vielleicht bald in der Lage sein, erstmals genauere Aussagen über die Ausbreitung und den temporären Besiedlungsgang dieser Lepidopterenart zu machen.

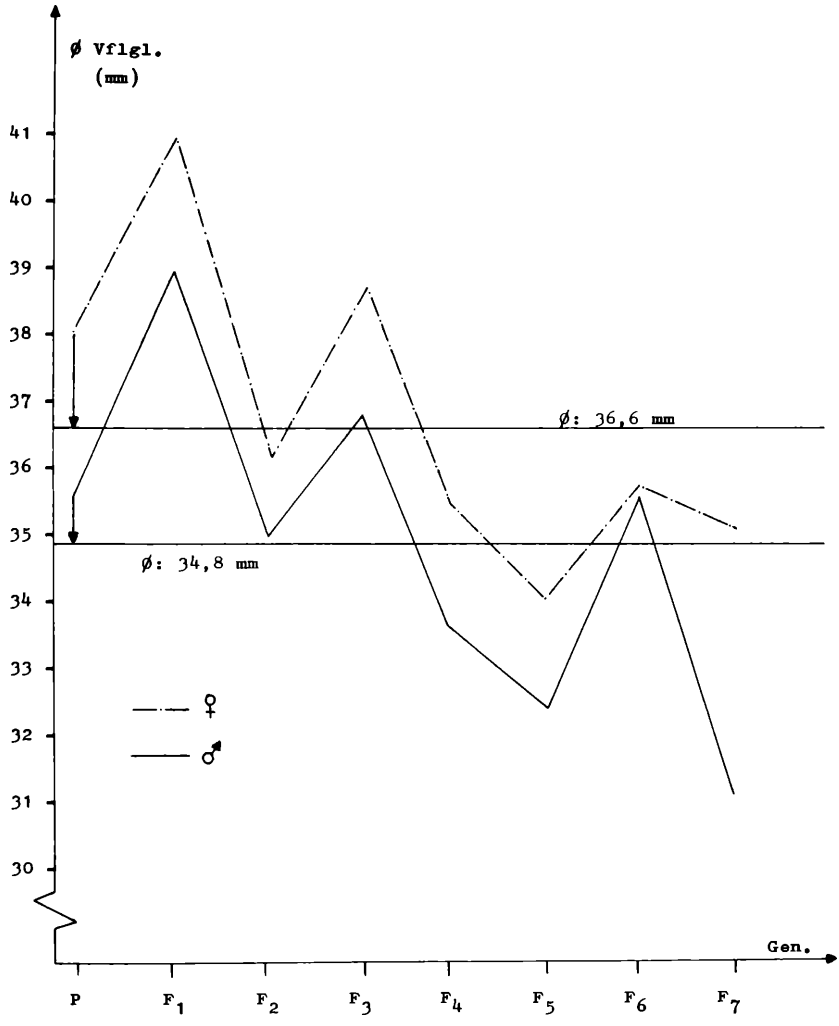
Bei sämtlichen Zuchten fiel uns auf, daß innerhalb einer Unterart Größe, Zahl, Farbe und Anordnung der Flecken erstaunlich konstant

---

Farbtafel A (gegenüber):

Figs. 1–8: *Parnassius apollo bellingianus*, Italien, Südtirol, Umgeb. Schlanders, 1300–1700 m.
Fig. 1: Freilandtier, Parentalgeneration der Zucht, ♀.
Fig. 2: Freilandtier, Parentalgeneration der Zucht, ♂.
Fig. 3: 1. Filialgeneration (F_1), ♀.
Fig. 4: 1. Filialgeneration (F_1), ♂.
Fig. 5: 3. Filialgeneration (F_3), f. *flavomaculata*, ♀.
Fig. 6: 3. Filialgeneration (F_3), f. *flavomaculata*, ♂.
Fig. 7: 7. Filialgeneration (F_7), f. *flavomaculata*, ♀.
Fig. 8: 7. Filialgeneration (F_7), ♂.

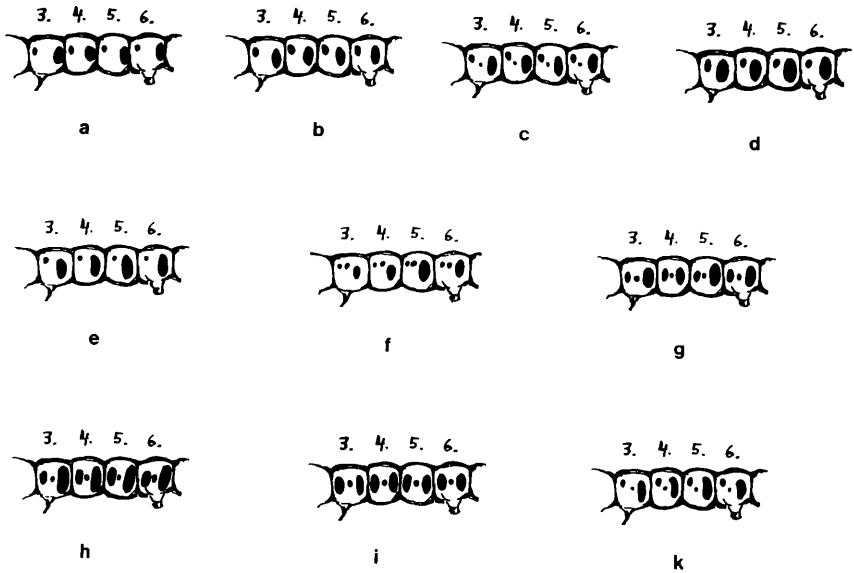
©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



18

Abb. 18: Entwicklung der Faltergröße von *P. a. bellingianus* während der Zucht über 7 Generationen (Übersicht). Die Durchschnittswerte stellen das arithmetische Mittel der Durchschnitte der jeweiligen Generation dar.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

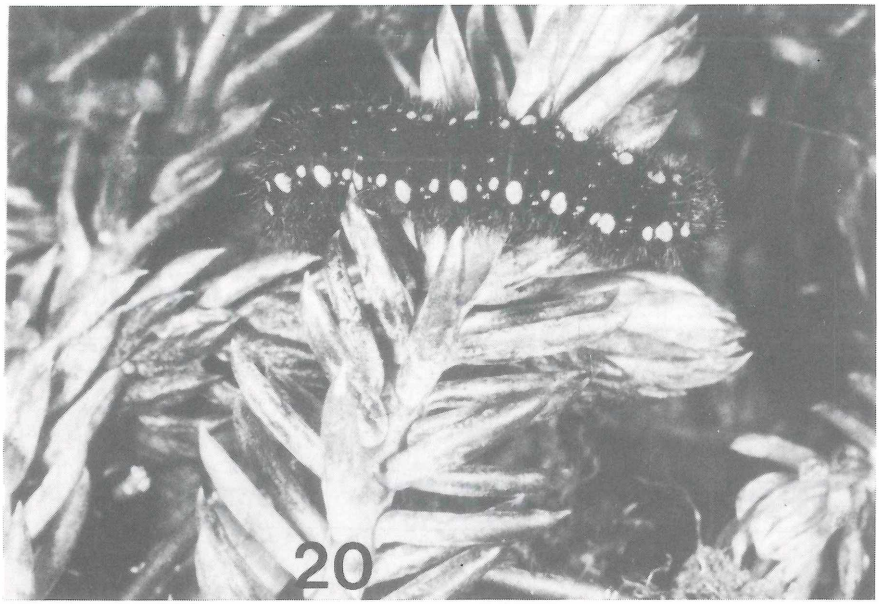


19

Abb. 19: Raupenzeichnung (schematisch) von Unterarten von *Parnassius apollo:*
a) *P. a. graslini,* Türkei, Prov. Bursa, Ulu Dağ, 1700–1900 m ü. NN;
b) *P. a. bellingianus,* Italien, Südtirol, Umgeb. Schlanders, 1300–1700 m ü. NN, Typ I;
c) idem, Typ II;
d) *P. a. siciliae,* Italien, Sizilien, Madonie;
e) *P. a. maurilianus,* Spanien, Prov. Palencia, Vanes;
f) *P. a. ardanazi,* Spanien, Prov. Santander, Picos de Europa, Umgeb. Portillas;
g) *P. a. aragonicus,* Spanien, Prov. Huesca, Sierra de la Pena;
h) *P. a. pyrenaicus,* Spanien, Prov. Huesca, Formigal; Spanien, Prov. Huesca, Jasa;
i) *P. a. marcianus,* Deutschland, Baden-Württemberg, Schwarzwald, Höllental;
k) *P. a. melliculus,* Deutschland, Bayern, Solnhofen.

sind, nahe beieinander lebende Subspezies aber zum Teil starke diesbezügliche Abweichungen zeigen. Dabei ist die Färbung der Flecken das am wenigsten charakteristische Merkmal. Zwar gibt es auch hier erstaunliche Unterschiede, so hat die Raupe von *P. a. vinningensis* STICHEL 1899 (Deutschland, Moseltal, Kattenes) dunkelorange gefärbte Flecken, jene der ssp. *substitutus* ROTHSCHILD 1909 (Frankreich, Ht.-Alpes, um Briançon) sind zitronengelb. Jedoch gibt es auch Unterarten, bei denen sowohl Raupen mit orangen wie mit gelben Flecken vorkom-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



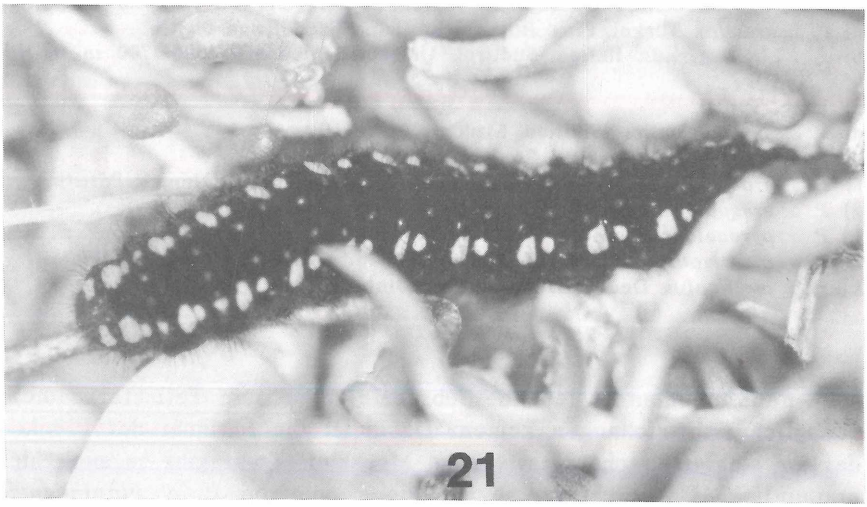


Abb. 20: Raupenzeichnung von *P. a. bellingianus*, Typ II. **Abb. 21:** Raupenzeichnung von *P. a. graslini*.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

men: z. B. *P. a. maurilianus* FERNANDEZ 1926 (NW-Spanien, Prov. Palencia, Sierra de Peña Labra, Umgeb. Vañes).

Darüber hinaus kommen alle Färbungen zwischen den genannten Extremen vor, so daß dieses Merkmal in der Regel wenig signifikant ist.

Größe, Anzahl und Anordnung der Flecken auf den Körpersegmenten der Raupen können aber in fast allen Fällen als wichtiges Kriterium in die Reihe der Merkmale aufgenommen werden, die zur Bestimmung einer Unterart von Bedeutung sind. Wie bereits erwähnt, sind diese Merkmale nach bsiherigen Untersuchungen fast zu 100 % konstant, weshalb es von größter Wichtigkeit wäre, von möglichst vielen Apollopopulationen Raupen zu züchten, um deren Zeichnung festzustellen. Ein auf diesem Weg entstehender Katalog würde dazu beitragen, bei *P. apollo* zu einem besseren Unterartverständnis zu kommen, da die bis dato fast ausschließlich herangezogene Falterzeichnung aufgrund ihrer starken Variabilität sowie ihrer ökologischen Beeinflußbarkeit nur allzuoft zu Widersprüchen und Fehleinschätzungen geführt hat. Aus diesen Überlegungen heraus fordern wir dazu auf, möglichst viele diesbezügliche Daten zu sammeln und sie der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Bei manchen Unterarten ist durchaus Eile angebracht, da sie kurz vor dem Aussterben stehen.

Genetisch besitzt die Raupe von *Parnassius apollo* die Fähigkeit, auf dem Raupensegment auf jeder Körperseite, je nach Subspezies, bis zu drei orange oder gelbe Flecken auszubilden, allerdings ist die Zeichnung auf den ersten sowie den letzten beiden Segmenten oftmals wenig differenziert, weswegen hier nur mittlere Segmente betrachtet werden. Angesichts der Bedeutung der Raupenzeichnung schlagen wir zwecks einfacherem Verständnis vor, die Flecken wie folgt zu benennen:

1. Cephalfleck: der auf dem Segment zum Kopf hin stehende Fleck.
2. Caudalfleck: der auf den Segment zum Körperende hin stehende Fleck.
3. Zentralfleck: Fleck zwischen Cephal- und Caudalfleck.

Cephal- und Caudalfleck sind in der Regel immer vorhanden, der Zentralfleck fehlt bei vielen Unterarten. Im folgenden stellen wir die Raupenzeichnung verschiedener Subspezies vor, hinter dem Unterartnamen ist jeweils der Herkunftsort des Zuchtstammes angegeben:

Parnassius apollo melliculus STICHEL 1906 (Bayern, Solnhofen): Cephalfleck klein, leicht nach oben verschoben. Zentralfleck winzig,

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

aber immer vorhanden. Caudalfleck groß, länglich, manchmal bohnenförmig (Abb. 19, Fig. k).

Parnassius apollo marcianus PAGENSTECHER 1909 (Schwarzwald, Höllental): Cephal- und Caudalfleck groß, etwas elliptisch. Zentralfleck klein, genau zwischen Caudal- und Cephalfleck stehend (Abb. 19, Fig. i).

Parnassius apollo ardanazi FERNANDEZ 1926 (NW-Spanien, Prov. Santander, Picos de Europa, Umgeb. Portillas, 1600 m): Cephal- und Zentralfleck klein, auf gleicher Höhe stehend und nach oben verschoben. Caudalfleck mittelgroß, leicht elliptisch. Die Raupenzeichnung von *Parnassius apollo ardanazi* erhält durch die eigentümliche Anordnung der Flecken ein sehr charakteristisches Aussehen, da die beiden Reihen oranger Punkte die Raupe perlschnurartig einfassen (Abb. 19, Fig. f).

Parnassius apollo maurilianus FERNANDEZ 1926 (NW-Spanien, Prov. Palencia, Sierra de Peña Labra, Umgeb. Vañes, 1200 m): Cephalfleck klein, nach oben verschoben. Zentralfleck fehlend. Caudalfleck groß und elliptisch (Abb. 19, Fig. e).

Parnassius apollo aragonicus BRYK 1919 (N-Spanien, Prov. Huesca, Sierra de la Peña): Cephalfleck mittelgroß, in der Mitte des Segments stehend. Zentral- und Caudalfleck auf gleicher Höhe. Zentralfleck klein, Caudalfleck groß und elliptisch (Abb. 19, Fig. g).

Parnassius apollo pyrenaicus HARCOURT-BATH 1896 (N-Spanien, Zentral-Pyrenäen, Umgeb. Panticosa, 1400 m): Zeichnung sehr ähnlich *P. a. aragonicus* (Abb. 19, fig. h).

Parnassius apollo bellingianus BRYK 1921 (N-Italien, Südtirol, Umgebung Schlanders, 1400 m): Hier lassen sich zwei unterschiedliche Typen feststellen:
Typ I: Cephalfleck mittelgroß, nach oben gerückt. Zentralfleck nicht vorhanden. Caudalfleck groß und elliptisch (Abb. 19, Fig. b).
Typ II: Wie Typ I, jedoch Zentralfleck vorhanden, winzig und zentral auf dem Segment stehend.
Offenbar ist Typ II rudimentär, er tritt nur bei wenigen Individuen auf (Abb. 20; Abb. 19, Fig. c).

Parnassius apollo siciliae OBERTHÜR 1891 (S-Italien, Sizilien, Madonie-Gebirge): Cephalfleck mittelgroß, leicht nach oben gerückt. Zentralfleck nicht vorhanden. Caudalfleck groß und elliptisch (Abb. 19, Fig. d).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Parnassius apollo graslini OBERTHÜR 1891 (Türkei, Prov. Bursa, Ulu Dağ, 1700–1900 m): Cephalfleck klein, nach oben gerückt. Zentralfleck nicht vorhanden. Caudalfleck groß, rund bis elliptisch und dicht an den hinteren Rand des Segments gerückt, diesen bisweilen überschreitend (Abb. 21; Abb. 19, Fig. a).

b) Diskussion des Unterartkomplexes *P. a. maurilianus/ardanazi*

Seit der Beschreibung von *P. a. maurilianus* wird dessen Eigenständigkeit immer wieder angezweifelt. Verschiedene Autoren ordnen sie der ssp. *ardanazi* zu, die in den höheren Lagen des kantabrischen Gebirges (Picos de Europa) in NW-Spanien vorkommt. Dieser Einteilung folgt auch CAPDEVILLE (1978–1980), der in seiner Monographie über die Unterarten von *Parnassius apollo* die ssp. *maurilianus* zur ssp. *ardanazi* stellt, sie somit als eine Ökomorphe niedrigerer Regionen ansieht. Betrachtet man allein die Imagines (ssp. *ardanazi:* Prov. Santander, Picos de Europa, Umgeb. Portillas, Juli 1983, 1350 m; ssp. *maurilianus:* Prov. Palencia, Vañes, Juli 1983, 1200 m), so fällt es bereits schwer, dieser Auffassung zu folgen. Die Tiere der ssp. *maurilianus* sind wesentlich größer und mit sehr viel mehr roter Prachtfarbe ausgestattet. Von den uns bekannten Unterarten von *P. apollo* in Europa stellen diese Falter sogar die am prächtigsten gezeichneten dar.

Darüber hinaus sehen wir die Raupenzeichnung als ein sehr wichtiges Merkmal an, um die Eigenständigkeit dieser beiden Unterarten endgültig zu beweisen. Die erstaunliche Konstanz dieser überdeutlichen Verschiedenheit weist auf eine starke genetische Eigenständigkeit hin, die allein schon den guten Unterartstatus als gerechtfertigt erscheinen ließe.

Hinzu kommt, daß die Raupen, selbst wenn sie unter exakt denselben Lebensbedingungen gehalten werden, eine stark unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeit aufweisen. Bei gleichzeitig erfolgtem Raupenschlupf verpuppen sich die von *P. a. maurilianus* ca. eine Woche früher, und die Falter erscheinen gar zwei bis drei Wochen früher. Auch diese Tatsache deutet auf nicht unerhebliche genetische Differenzen hin, so daß für die ssp. *maurilianus* unter Zusammenfassung aller Beobachtungen unbedingt Unterartstatus gefordert werden muß.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

c) Das Zustandekommen und die Vererblichkeit der f. *flavomaculata* DECKERT 1898 bei *Parnassius apollo*

In der 3. Generation der Zucht von *Parnassius apollo bellingianus* (s. o.) zeigten zwei ♂♂ und zwei ♀♀, also 4 Tiere, die f. *flavomaculata* DEKKERT 1898 (Tafel A, Fig. 5). Der Farbton der Augenflecken gleicht völlig dem der orangegelben Unterarten Südspaniens *P. a. nevadensis* OBERTHÜR 1891 (Sierra Nevada), *P. a. filabricus* SAGARRA 1933 (Sierra de los Filabres), *P. a. gadorensis* ROUGEOT & CAPDEVILLE 1972 (Sierra de Gador) und eingeschränkt *P. a. nichollae* ROUGEOT & CAPDEVILLE 1972 (Sierra de Javalambre), so daß wir im Zusammenhang mit unseren Kreuzungsversuchen (s. u.) es für wahrscheinlich halten, daß das Zustandekommen der Ozellenfärbung in beiden Fällen dieselbe genetische Ursache hat. Solange aber chemisch die Identität der Pigmente sowie die Identität ihrer enzymatischen Synthese nicht bewiesen ist, bleibt dies eine noch unbeweisbare Arbeitshypothese.

Wir verpaarten diese Tiere miteinander, um aus der Nachkommenschaft neue Erkenntnisse über die Vererblichkeit dieser seltenen Mutante zu erlangen. Alle folgenden Filialgenerationen ergaben ausschließlich Falter mit orangegelben Augenflecken (Merkmalsbezeichnung „g"), nie wieder trat in dieser Zuchtreihe ein Tier mit rot gefärbten Ozellen auf (Merkmalsbezeichnung „R").

Verpaarten wir einen Falter aus diesem Stamm mit einem normal gefärbten, also wohl homozygot roten Tier, so erhielten wir in der ersten Filialgeneration ausschließlich Falter mit roten Augenflecken. Diese Beobachtungen sprechen für eine Dominanz des roten gegenüber dem gelben Erbgut sowie für eine Reinerbigkeit aller Apollofalter mit orangegelben Augenflecken. Geht man von der hypothetischen Annahme aus, daß es sich bei dieser Abänderung um eine Enzymmangelmutante handelt (siehe auch NARDELLI 1991 a), ist dies nicht weiter verwunderlich. Demnach besäßen die Tiere der F_1-Generation immer ein Allel, auf dem der komplette Enzymsatz, der zur Synthese des roten Farbstoffes notwendig ist, codiert wäre.

Daneben kam es hin und wieder auch vor, daß ein nicht unerheblicher Anteil einer solchen (gelb × rot)-Kreuzungs-Filialgeneration orangegelbe Augenflecke aufwies (z. B. 33 von 99). Diese Beobachtung könnte auf folgende Art und Weise erklärt werden: In unserem „roten" Zuchtstamm trat immer wieder einmal die f. *flavomaculata* auf. Dies deutet darauf hin, daß es in diesem Stamm zumindest einige Falter gegeben haben muß, die nicht homozygot roterbig (R,R) waren, sondern

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

einen heterozygoten Genotyp der Form (R,g) besessen haben. In den Fällen, in denen bei der Verpaarung eines Falters mit roten Augenflecken und eines solchen mit gelborangen die Filialgeneration – zumindest in etwa – $^1/_4$ der Falter gelborange Ozellen zeigten, kann der phänotypisch „rote" Falter somit nicht homozygot gewesen sein, er muß den heterozygoten (R,g)-Typ besessen haben.

Darüber hinaus traten bei solchen Kreuzungsversuchen immer einige Falter auf, die phänotypisch einen schwach intermediären Charakter zeigten, d. h. daß das Rot der Augenflecken in einen leicht orangebräunlichen Farbton überging. Diese Falter waren oftmals klein und zeigten häufig Verkrüppelungen und andere Abänderungen. Es gelang uns leider nie, solche Tiere weiterzuzüchten.

Geht man von der vereinfachenden Annahme aus, daß es sich bei dem vorliegenden Phänomen um einen monoallelen dominant-rezessiven Erbgang handelt, erscheinen zunächst zwei Erklärungsansätze für das Auftreten solcher Falter plausibel:

1. Generell ist ein Allel dem anderen immer mehr oder weniger unterlegen, bei genauer Prüfung des Merkmals ist jedoch fast immer die Anwesenheit beider festzustellen, vollständige Dominanz bzw. Rezessivität sind seltene Grenzfälle. Auf unser Beispiel bezogen hieße dies, daß bei heterozygoten Genotypen (R,g) das stark rezessive Allel „orangegelbe Augenflecken" zum Teil auch phänotypisch immanent wird.

2. Es ist denkbar, daß andere Mutationen, die in keinem direkten Zusammenhang mit der f. *flavomaculata* stehen, zu dem beschriebenen Erscheinungsbild der Falter geführt haben. Dies könnte durchaus auch eine Enzymmangelmutante sein, die jedoch die Synthese des roten Farbstoffes an einer anderen, höheren Stelle unterbricht, als dies bei den Faltern mit den gelborangen Augenflecken der Fall ist.

Es fällt sehr schwer, aufgrund der vorliegenden Daten eine Entscheidung für einen der beiden Fälle zu treffen. Man kann jedoch Überlegungen anstellen, die den zweiten Fall als wahrscheinlicher erscheinen lassen:

– Bei kritischer Durchsicht des Materials aus dem „roten" Zuchtstamm findet man einzelne Falter, deren phänotypisches Erscheinungsbild dem der oben beschriebenen gleicht. Da die Falter nie mit intensiver Lichteinstrahlung in Berührung kamen, ist ein Ausbleichen der Farbe als Ursache für dieses Aussehen auszuschließen. Es deutet vielmehr

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

darauf hin, daß irgendwelche anderen genetischen Veränderungen, die sich nicht auf die f. *flavomaculata* zurückführen lassen, die Ursache für dieses Erscheinungsbild sein müssen.

– Brächte man die Tatsache, daß die Falter mit intermediärem Charakter in fast allen Fällen weniger „Lebenskraft" besaßen und sich durch eine geringe Fertilität auszeichneten, mit der f. *flavomaculata* in direkten genetischen Zusammenhang, so müßten auch die homozygoten Falter mit orangegelben Augenflecken ähnliche Degenerationserscheinungen zeigen; dies ist aber nicht der Fall. Sie stehen ihren roten Verwandten hinsichtlich Größe, Vitalität und Fertilität in nichts nach. Warum sollte eine Verpaarung vom Typ (R,g) × (g,g) eine diesbezügliche Verschlechterung ergeben?

Man darf jedoch folgendes nicht außer acht lassen: Wenn auch die Rekombination eines Organismus, der eine Enzymmangelmutante besitzt, mit einem „gesunden" Gen in aller Regel die vollständige Ausprägung des Merkmals erwarten läßt, so ist doch so wenig über die Mechanismen der Genregulation bei Eukarionten bekannt, daß die Ausbildung intermediärer Phänotypen in einem solchen Fall nicht als ausgeschlossen angesehen werden muß. Darüber hinaus muß man berücksichtigen, daß die vorliegenden Mutationen viel komplexerer Natur sein können, als dies hier dargestellt wurde. Auch ist keineswegs bewiesen, daß die zur Ausprägung der gelben bzw. roten Färbung führenden Pigmente Reinstoffe sind. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß es sich bei diesen Farbstoffen zwar um eine Substanzklasse handelt, diese dennoch eine große Vielfalt an Verbindungen aufweist (unterschiedliche Seitenketten, differente Konformation/Konfiguration etc.), die jedoch im wesentlichen nur in zwei farblichen Erscheinungsformen auftreten.

Was bedeuten diese Erkenntnisse für die Phylogenie der südspanischen Unterarten, die ausschließlich Falter mit gelborangen Augenflecken aufweisen?

CAPDEVILLE (1978–1980) vertritt die Auffassung, die Gelbfärbung der Ozellen ließe sich damit in Verbindung bringen, daß die Raupen in den letzten Larvalstadien verstärkter Sonnenstrahlung ausgesetzt sind. Dieser (fast lamarckistisch anmutenden) Sichtweise kann aus verschiedenen Gründen nicht gefolgt werden:

1. Eine Zucht der betreffenden Unterarten unter mitteleuropäischen Bedingungen im Zimmer bei vergleichsweise schwachem Kunstlicht ergibt *immer* Falter mit orangegelben Augenflecken.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

2. Zumindest vereinzelt müßten in den betreffenden Populationen (auch im Freiland) Falter mit roten Augenflecken auftreten. Nach unserem Wissen ist der Fund eines solchen Falters nie belegt worden.

3. In anderen Regionen mit sehr intensiver Sonneneinstrahlung müßten ähnliche Phänomene auftreten. Die drei südspanischen Vorkommen sind in ihrer Exklusivität jedoch herausragend.

4. Die Färbung der Ozellen der andalusischen Falter ist bei lichtoptischer Betrachtung identisch mit der solcher Tiere anderer Populationen, die die f. *flavomaculata* aufweisen. Unsere Kreuzungsversuche mit *P. a. bellingianus* sowie die Untersuchungen über eine Kreuzung von *P. a. filabricus* und *P. a. siciliae* (NARDELLI 1991 a) legen die Annahme nahe, daß beide Formen genetisch identisch sind.

Somit liegt man wohl richtiger, wenn man der Ansicht folgt, daß sowohl bei den südspanischen Unterarten wie auch bei allen anderen Faltern, die orangegelbe Augenflecken aufweisen, diese Färbung durch eine genetische Veränderung, wahrscheinlich eine Enzymmangelmutante, hervorgerufen wird. Damit ließen sich alle Untersuchungen über die f. *flavomaculata* auf die orangegelben Populationen der Beltischen Kordillere übertragen.

In Anbetracht der Tatsache, daß die f. *flavomaculata* eine der seltenen Mutationen bei *P. apollo* ist und sie darüber hinaus nur bei reinerbigen Tieren auch phänotypisch in Erscheinung tritt, erscheint es als unwahrscheinlich, daß sich die betreffenden Unterarten allein durch die Mechanismen der Mutation und Selektion herausgebildet haben. Vielmehr müssen noch andere Umstände zu der Entwicklung der drei bekannten Unterarten geführt haben. Hierfür bieten sich zwei Modelle an:

Von der ssp. *nichollae* ist bekannt, daß ein größerer Teil der Falter orangegelbe Augenflecken besitzt. Ein Vorkommen wie dieses ist durchaus kein Einzelfall. Bei der ssp. *substitutus* aus den französischen Alpen um Briançon findet man ebenfalls ein gehäuftes Auftreten der f. *flavomaculata*. Es ist somit durchaus denkbar, daß, ausgehend von einem solchen in räumlicher Nähe befindlichen Vorkommen, Falter mit orangegelben Augenflecken auf der Beltischen Kordillere in Form einer kleinen „Gründerpopulation" isoliert worden sind und im Laufe der Entwicklung die drei bekannten Unterarten auf der Sierra Nevada, der Sierra de los Filabres und der Sierra de Gador herausgebildet haben.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Als zweites könnte man annehmen, daß es sich bei *P. a. nevadensis*, *P. a. filabricus* und *P. a. gadorensis* um „Altrassen" handelt, die die Gebirge Südspaniens zumindest bereits **vor** der letzten Eiszeit besiedelten, nördlichere Vorkommen jedoch erst **während** dieser Zeit in ihr heutiges Verbreitungsgebiet gelangten. *P. a. nichollae* wäre dann als „Mischpopulation" aufzufassen. Diese Überlegungen sind im Moment Gegenstand intensiver Forschung, und mit Hilfe weiterführender Untersuchungen in bezug auf die Raupenzeichnung sowie biochemischer Analysen (Elektrophorese) wird wahrscheinlich bald der Besiedlungsgang von *P. apollo* schärfer skizziert werden können, um dann auch momentan noch spekulative Überlegungen zu manifestieren.

d) Das Herauszüchten der „f. rubrodivisoocellata" bei *Parnassius apollo bellingianus*

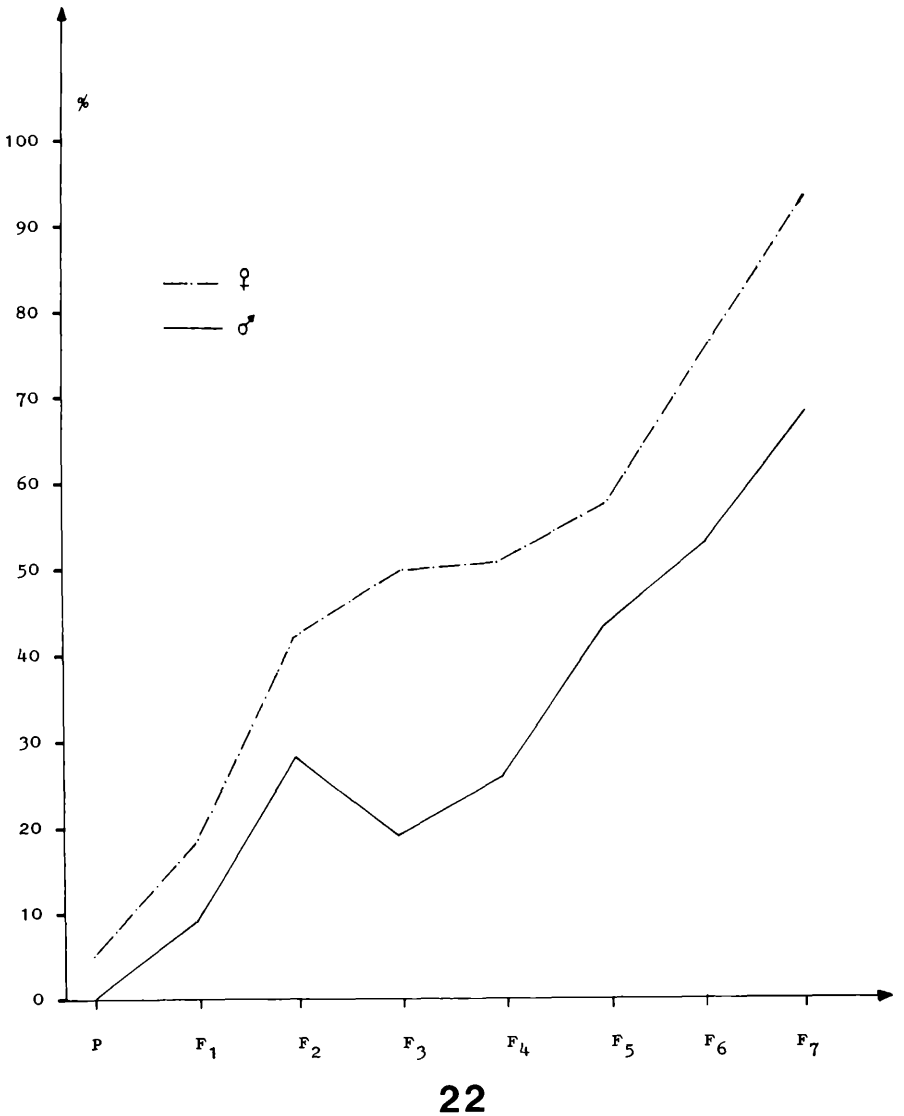
Unser züchterisches Bestreben beschränkte sich nicht nur allein auf das bloße Großziehen der Raupen, vielmehr wollten wir auch herausfinden, wie sich bestimmte Merkmale durch bewußte Selektion verstärken (abschwächen) lassen. Im folgenden soll dies an einer Form beschrieben werden, die man in der Literatur als „f. rubrodivisoocellata" beschrieben findet (EISNER 1955).

Dieser Name sei hier zwar erwähnt, doch angesichts der unüberschaubaren Fülle an beschriebenen „Formen" bei *P. apollo*, die zum großen Teil innerhalb der individuellen Variationsbreite liegen oder Pathologien bezeichnen, sollte man nur eklatanten, genetisch festgelegten und in Populationen regelmäßig auftretenden Abänderungen (wie etwa der f. *flavomaculata*) nomenklatorischen Status einräumen. Unter der hier behandelten Abänderung ist eine Teilung des weißen Kerns der Medianozelle auf der Hinterflügeloberseite durch einen roten Steg zu verstehen.

Die Tiere aus der Freilandpopulation zeigen diese Form nur sehr selten. In dem uns vorliegenden Material wiesen sie nur 5 % der weiblichen Falter auf, Männchen zeigten sie gar nicht. Es ist bekannt, daß diese Abänderung in erster Linie bei großen Faltern sichtbar wird. Somit ist es nicht weiter verwunderlich, daß unsere Falter der F_1-Generation schon zu einem deutlich höheren Anteil mit diesem Zeichnungselement ausgestattet waren, da sie um einiges größer als die Parentalgeneration sind (siehe Kap. II, Abschnitt c).

In allen folgenden Generationen verwandten wir für die Weiterzucht immer solche Falter, die die betreffende Ozellenzeichnung möglichst

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



22

Abb. 22: Herauszüchten der f. "rubrodivisoocellata" bei *P. a. bellingianus* während der Zucht über sieben Generationen (Anteil pro Generation in %).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

deutlich aufwiesen. Aus Abb. 22 geht hervor, daß durch eine derartige Verfahrensweise der Anteil der Falter mit diesem Merkmal erheblich zunimmt. In der siebten und letzten Generation wiesen schließlich 94 % der Weibchen und immerhin 69 % der Männchen einen roten Steg durch die Medianozelle auf. Es ist noch darauf hinzuweisen, daß es in den späteren Generationen keineswegs nur die großen Falter waren, die diese Zeichnungsform aufwiesen. Sogar die kleinsten Tiere zeigten sie regelmäßig, womit deutlich wird, daß dieses Merkmal fester Bestandteil des Genpools geworden ist.

Unsere Ergebnisse lassen sich dahingehend verallgemeinern, daß sich alle Merkmale, die schon in der Natur recht häufig auftreten, leicht durch züchterische Selektion verstärken bzw. abschwächen lassen. An dieser Stelle sei die Rotkernung der Flecke der Vorderflügeloberseite genannt. Außerdem gelang es, das Hinterrandschwarz so zu verstärken, daß es bei fast allen weiblichen Tieren um die Mittelzelle herumreicht. Natürlich hatten die Falter der siebten Generation im Habitus (und wohl auch im Genom) nur noch wenig mit der ssp. *bellingianus* gemein. Es ging auch weniger darum, diesbezügliche Konstanz zu erreichen, vielmehr wollten wir herausfinden, inwiefern sich das Aussehen der Falter durch die Auslese des Züchters beeinflussen läßt. Insofern ist es genausogut möglich, durch eine gewissenhafte Auswahl das Aussehen der Falter nicht zu verändern, sondern den äußeren Charakter der betreffenden Unterart zu erhalten. Allerdings ist damit nicht gewährleistet, daß diese über Generationen gezüchteten Tiere auch bezüglich ihres Verhaltens und ihrer ökologischen Ansprüche den Erfordernissen genügen. Eine diesbezügliche bewußte züchterische Selektion ist fast unmöglich. Dieses Problem ist insbesondere dann zu beachten, wenn man die Zucht vor dem Hintergrund der Art-/Unterarterhaltung betreibt.

e) Abänderungen während der Zucht von *P. a. bellingianus*

Während der Zucht von *P. a. bellingianus* über mehrere Generationen traten neben den beabsichtigten Veränderungen auch zahlreiche eher zufällige Abänderungen hinsichtlich Zeichnung und Flügelform auf. Welche auf echte mutative Ereignisse zurückzuführen sind, läßt sich kaum sagen, da dies allein an der Vererblichkeit gemessen werden kann. Manche hingegen lassen sich recht eindeutig durch eine Beschädigung der Puppe (Flügeldeformationen) erklären. In einigen Fällen läßt sich nicht eindeutig sagen, ob diese Abänderungen mutativer oder

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

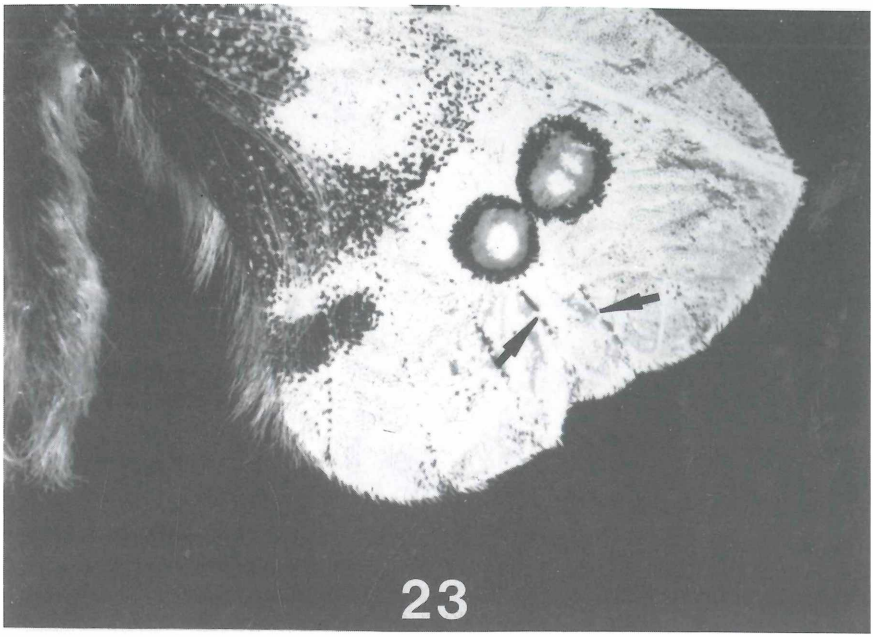


Abb. 23: Rechter Hinterflügel des Falters von Tafel B, Fig. 6. Deutlich zu erkennen sind die zusätzlichen Medianadern, die eine Doppelausbildung der Medianozelle mit sich bringen.

transformatorische Natur sind. Im folgenden werden die interessantesten Formen vorgestellt.

I. Ozellenveränderungen

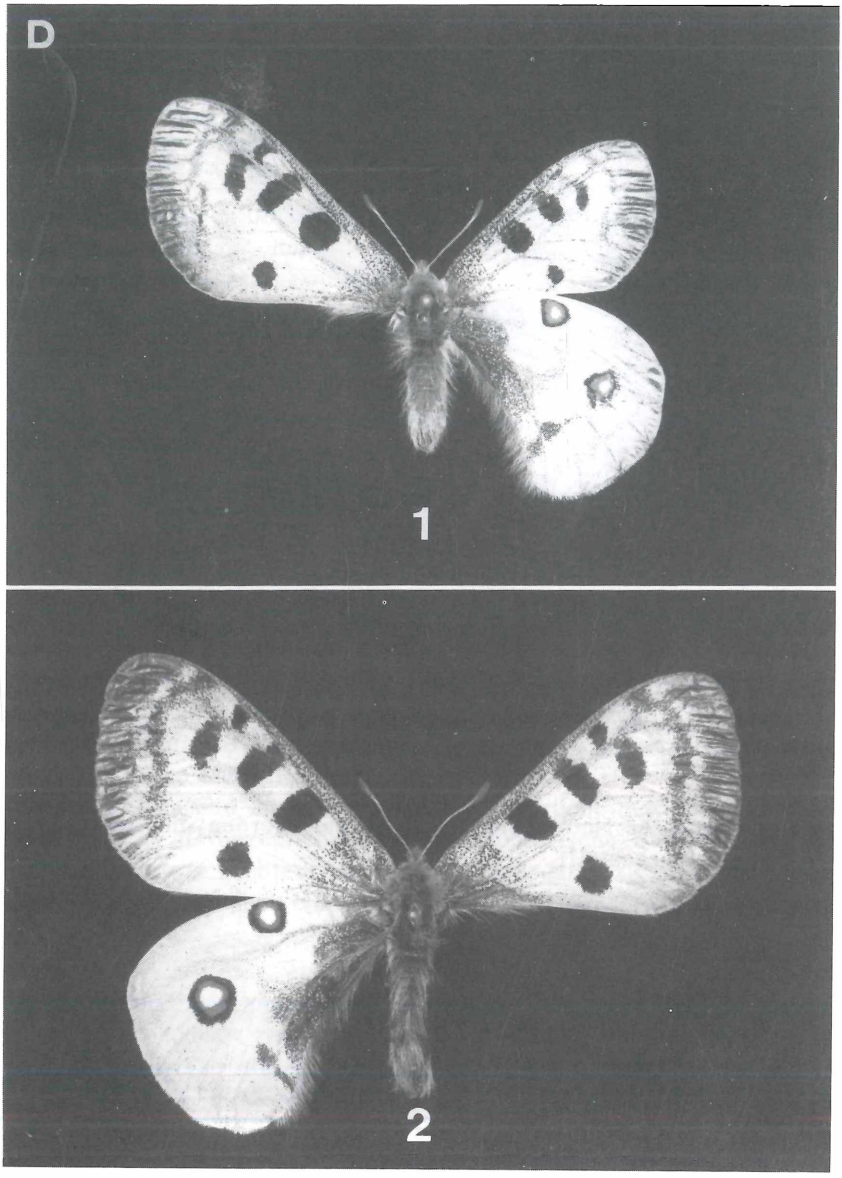
1. Ausdehnung der roten Flügelfärbung

An erster Stelle sei die verstärkte Ausprägung der roten (gelben) Prachtfarbe genannt (Tafel C, Fig. 2). Immer wieder traten Falter auf, bei denen außer den Hinterflügelozellen die oberseitigen Anal-, Wurzel-, Subcostal- und Hinterrandflecken ebenfalls rot (gelb) gekernt sind. Extreme Formen weisen zusätzlich einen Verbindungssteg zwischen den Hinterflügelozellen und einen weiteren Analfleck auf.

2. Veränderung der Ozellenform

Neben den Tieren mit überdurchschnittlich ausgedehnter Rotkernung der Augenflecken traten auch solche auf, bei denen die Ozellen an

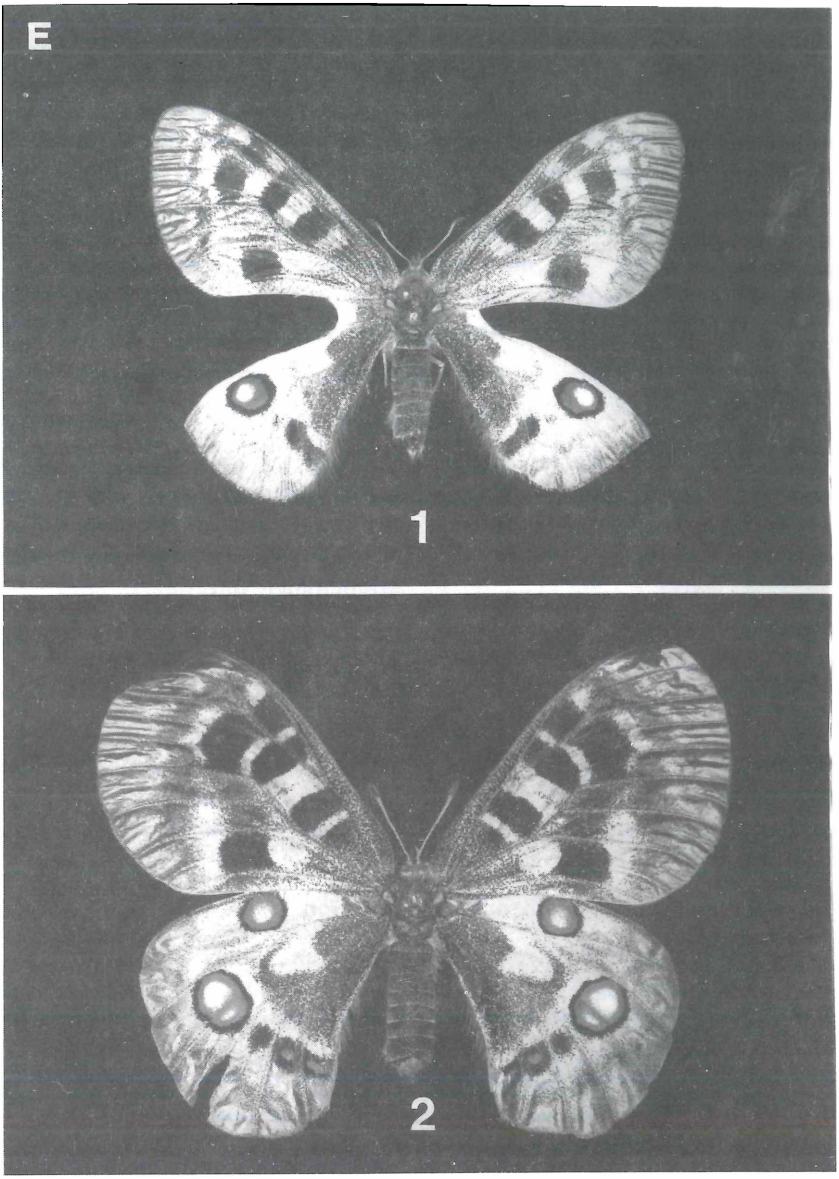
©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



Tafel D:

Fig. 1: F_2, ♂, Falter ohne den linken Hinterflügel geschlüpft, rechter Vorderflügel auffallend klein.
Fig. 2: F_4, ♂, Falter ohne den rechten Hinterflügel geschlüpft, alle anderen Flügel sind vollständig ausgebildet.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



Tafel E:

Fig. 1: F_5, ♀, dem der Teil der Hinterflügel ab der Subcostalader aufwärts völlig fehlt.

Fig. 2: F_4, ♀, mit besonders rundem Flügelschnitt.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

sich abändernd sind. Recht häufig erschienen Falter, bei denen der Hinterrandfleck des Vorderflügels tropfenförmig zur Basis hin ausgezogen ist. Daneben gab es noch verschiedene andere Verformungen aller Augenflecken, die in der Regel symmetrischer Natur, d. h. auf beiden Falterhälften gleich ausgeprägt sind. Demgegenüber stehen solche Falter, bei denen nur ein einziger Augenfleck abändernd ist. So kam es hin und wieder vor, daß eine der Hinterflügelozellen verkleinert oder vergrößert war (Tafel B, Fig. 5). In zwei Fällen war eine der Medianozellen doppelt ausgebildet (Tafel B, Fig. 6). Ebenfalls zweimal trat der Fall auf, daß in einer der Costalozellen die weiße Kernung durch einen roten Steg in zwei Hälften geteilt ist (Tafel C, Fig. 4).

3. Veränderungen der Ozellenfärbung

Wie oben erwähnt, waren ab der 3. Filialgeneration Falter mit orangegelben Augenflecken (f. *flavomaculata*) Bestandteil der Zucht. Daneben kamen vereinzelt Falter vor, bei denen nur ein Teil der Ozellen orangegelb anstatt rot gefärbt ist (1 ♂, F_1, Costalozelle und Medianozelle, Tafel C, Fig. 1; 1 ♂, F_4, Medianauge des linken Hinterflügels, Tafel C, Fig. 3).

II. Flügelveränderungen

1. Abändern der Flügelform

Hin und wieder ergaben sich Falter mit extrem gestreckten oder sehr stark abgerundeten Flügeln (Tafel E, Fig. 2). Daneben traten alle möglichen Flügeldeformationen auf, die sich wohl in erster Linie auf Verletzungen der Puppe zurückführen lassen (Tafel B, Fig. 7 und 8).

2. Das Fehlen von Flügeln oder Flügelteilen

In der 2. Filialgeneration erhielten wir einen männlichen Falter, dem der linke Hinterflügel fehlte (Tafel D, Fig. 1), linker Vorderflügel und rechter Hinterflügel waren normal ausgebildet, der rechte Vorderflügel war auffallend klein. In der 4. Filialgeneration schlüpfte ein ♂, dem der rechte Hinterflügel fehlte (Tafel D, Fig. 2), alle anderen Flügel waren normal ausgebildet. Eine weitere interessante Abänderung wies ein ♀ aus der 5. Filialgeneration auf: Bei den Hinterflügeln fehlte der Teil ab der Subcostalader aufwärts. Die Vorderflügel sowie die Zeichnungselemente zeigten keine Veränderungen (Tafel E, Fig. 1). Ob diese Erscheinungen auf Verletzungen (die wahrscheinlichere Erklärung), genetischen Defekten oder anderen Pathologien beruhten, konnte nicht entschieden werden.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

3. Geäderabänderungen

Einem ♂ der 2. Filialgeneration entspringen aus der Discoidalader des rechten Hinterflügels zwei zusätzliche Adern, als Resultat davon ist der Flügel etwas deformiert, und die Medianozelle ist doppelt ausgebildet (Tafel B, Fig. 6; Abb. 23).

III. Abänderung der Beschuppung

Als einzige in diesen Bereich gehörende Abänderung ist eine besonders dünne Beschuppung zu nennen, die in erster Linie bei kleinen Tieren auftrat.

Neben diesen sehr signifikanten Veränderungen gab es noch zahlreiche andere aberrative Erscheinungen, die sich auf die Faltergröße und die Flügelzeichnung im allgemeinen beziehen, deren Aufführung an dieser Stelle jedoch den Rahmen sprengen würde.

Folgende Doppelseite, Farbtafel B:

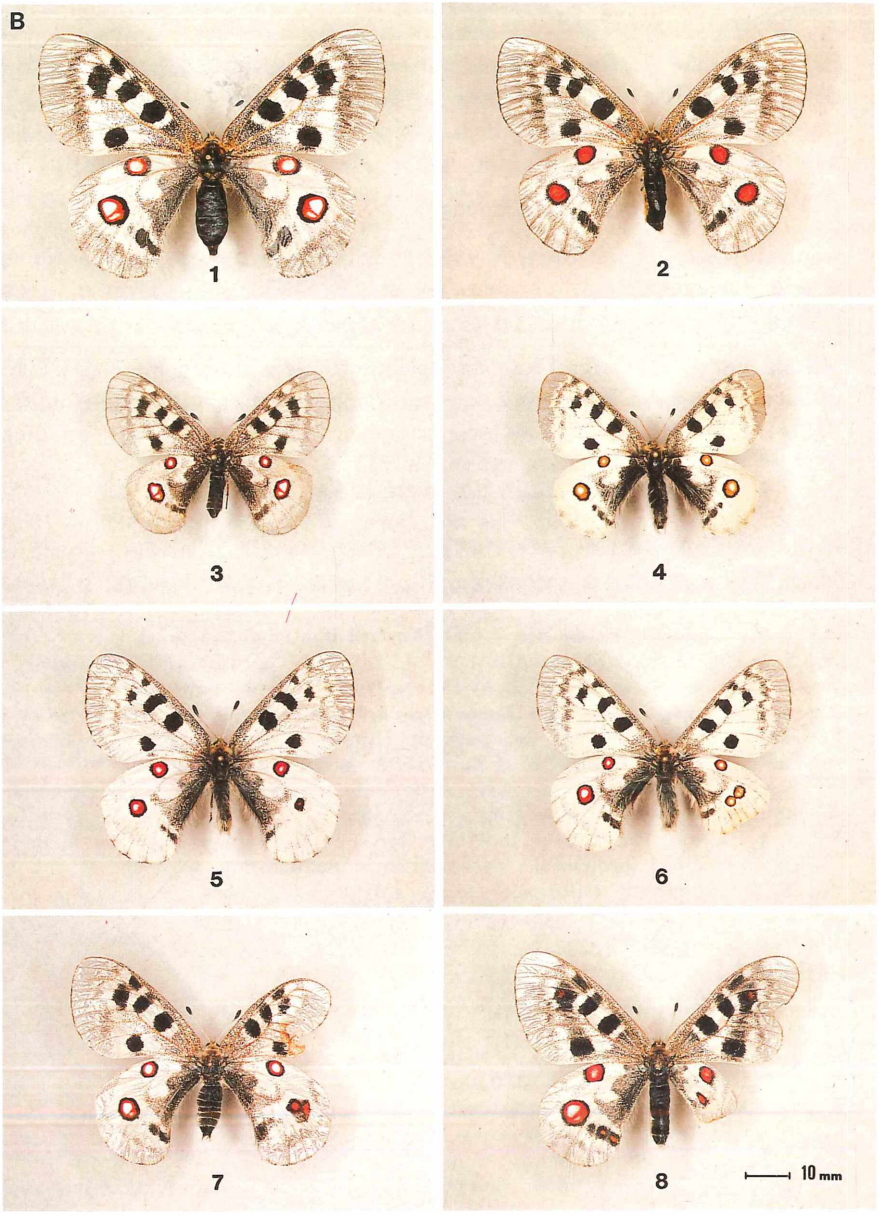
Figs. 1–8: *Parnassius apollo bellingianus*, Italien, Südtirol, Umgeb. Schlanders, 1300–1700 m.
Fig. 1: F_1, ♀, größter Falter der Zucht (Vorderflügellänge 44 mm).
Fig. 2: F_1, ♀, Ozellen rot ausgefüllt.
Fig. 3: F_5, ♀, kleinstes ♀ der Zucht (Vorderflügellänge 27 mm).
Fig. 4: F_7, ♂, kleinstes ♂ der Zucht (Vorderflügellänge 28 mm).
Fig. 5: F_2, ♂, Medianauge des rechten Hinterflügels auf der Flügeloberseite reduziert. Auf der Unterseite ist die Ozelle normal ausgebildet.
Fig. 6: F_2, ♂, Hinterflügel mit zwei zusätzlichen Medianadern. Dadurch doppelte Ausbildung der Medianozelle (siehe auch Abb. 34).
Fig. 7: F_2, ♀, rote Prachtfarbe läuft aus der rechten Medianozelle heraus; offenbar durch einen Puppendefekt herbeigeführte Abänderung.
Fig. 8: F_4, ♀, rechte Falterseite nicht vollständig ausgebildet, wahrscheinlich durch Puppendefekt hervorgerufen.

Farbtafel C:

Figs. 1–6 u. 8: *Parnassius apollo bellingianus*, Italien, Südtirol, Umgeb. Schlanders, 1300–1700 m.
Fig. 1: F_1, ♂, Ozellen der linken Falterseite gelb gefärbt.
Fig. 2: F_4, ♀, Falter mit ausgedehnter Prachtzeichnung.
Fig. 3: F_4, ♀, linke Medianozelle gelb.
Fig. 4: F_5, ♀, Costalauge durch roten Steg entlang der Ader geteilt.
Fig. 5: F_1, ♂ auf *Sedum album* (Weißer Mauerpfeffer).
Fig. 6: F_1, ♂, Tränken eines Tieres mittels einer Einwegspritze (siehe auch Beschreibung im Text).
Fig. 7: ♂ von *P. a. nevadensis* unmittelbar nach dem Schlupf. Die Flügel sind noch nicht entfaltet.
Fig. 8: Durch Handpaarung herbeigeführte Kopula der ersten Filialgeneration von *P. a. bellingianus*.

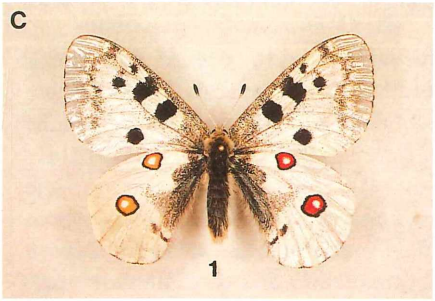
©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

B

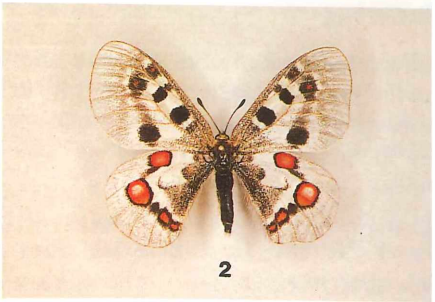


©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

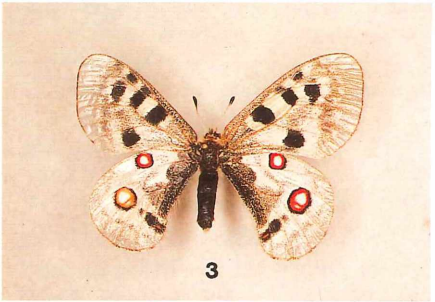
C



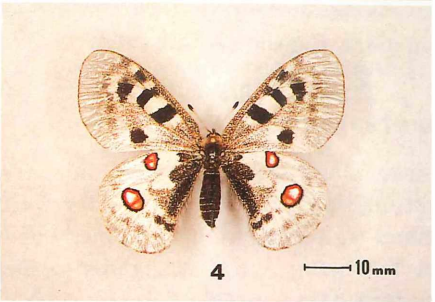
1



2

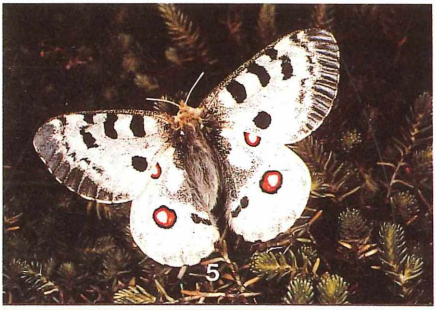


3

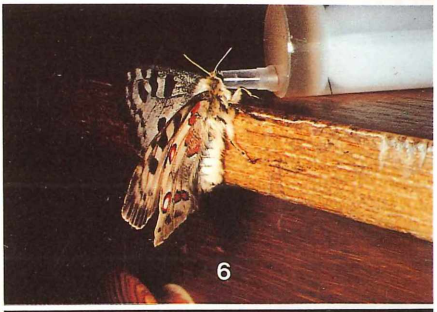


4

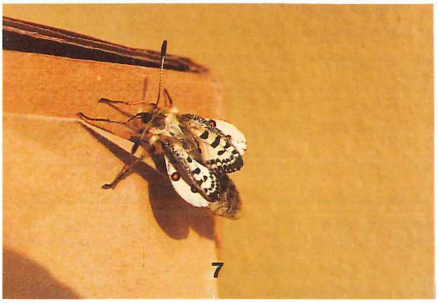
10 mm



5



6



7

8

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Nachtrag

Kürzlich konnten die Autoren die Larvalentwicklung von *Parnassius apollo graslini* OBERTHÜR 1891 (Türkei, Prov. Bursa, Ulu Dağ, Zuchtstamm) beobachten. Dabei zeigte sich, daß die Temperaturansprüche der Raupen dieser Unterart von der anderer, hauptsächlich aus Mitteleuropa, den Alpen oder den Pyrenäen stammenden Unterarten, die die Autoren bisher genauer untersuchen konnten, wesentlich abweichen. Die Präferenz liegt deutlich über 25 °C, genauere Aussagen lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht machen. Weitere Beobachtungen, insbesondere an weit südlich lebenden Subspezies, sind nötig, um genauere Ergebnisse zu erlangen.

Danksagung

Unser Dank gilt all jenen, die entweder durch die großzügige Überlassung von Zuchtmaterial oder wertvolle Tips zur Zucht unseren Arbeiten weitergeholfen und neue Impulse verliehen haben. Des weiteren sei Wolfgang A. NÄSSIG gedankt, der durch seine Kommentare insbesondere dem Kapitel „Genetik und Vererbung" zu seiner jetzigen Form verholfen hat.

Literatur

BRYK, F. (1935): Das Tierreich, Parnassiinae, pars II. – Berlin und Leipzig (de Gruyter).

BUSTILLO, M. R. G., & RUBIO, F. F. (1974): Mariposas de la Peninsula Iberica, Bände I, II. – Madrid (Ministerio de Agricultura).

CAPDEVILLE, P. (1978–1980): Les races geographiques de Parnassius apollo, fasc. 1, 2, 3, 4, 5. – Compiegne/Venette (Sciences Nat.).

EBERT, G., & RENNWALD, E. (Hrsg.) (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 1, Tagfalter I. – Stuttgart (Ulmer).

EISNER, C. (1955): Parnassiana nova V, Nomina collectiva, Zoologische Mededelingen. – Leiden (Ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen).

FRIEDRICH, E. (1975): Handbuch der Schmetterlingszucht, Europäische Arten. – Stuttgart (Franck, W. Keller).

FORSTER, W., & WOHLFAHRT, T. A. (1954): Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Band 1. – Stuttgart (Franck).

———, & ——— (1955): Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Band 2. – Stuttgart (Franck).

HAFNER, L., & PHILIPP, E. (1986): Materialien für den Sekundarbereich II, Biologie, Ökologie. – Hannover (Schroedel).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

ISSN 0723–9912

KUDRNA, O. (1985): Butterflies of Europe, Bd. 8, Aspects on the conservation of butterflies. – Wiesbaden (Aula).

MANLEY, W. B. L., & ALLCARD, H. G. (1970): A Field Guide to the Butterflies and Burnets of Spain. – Oxon (E. W. Classey).

NARDELLI, U. (1991 a): Über eine Kreuzung zwischen *Parnassius apollo filabricus* (Südspanien, ♂) und *P. a. siciliae* (Sizilien, ♀) (Lepidoptera: Papilionidae). – Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt a. M., N. F. **12** (2): 89–92.

—— (1991 b): Anmerkungen zur Zucht von *Parnassius*-Arten sowie Bericht über eine Zucht von *Parnassius phoebus sternitzkii* (Lepidoptera: Papilionidae). – Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt a. M., N. F. **12** (2) 141–152.

NIKUSCH, I. (1981): Die Zucht von *Parnassius apollo* mit jährlich zwei Generationen als Möglichkeit zur Erhaltung bedrohter Populationen. – Beih. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg **21**: 175–176.

—— (1992): Beginn einer Revision der Unterarten von *Parnassius apollo* (L.) mit Hilfe der Zeichnung der Raupen. – Nota lepid., **Suppl. 3**: 108–112.

Anschriften der Verfasser:

Günter FRANKE, Schimborner Straße 81, D-8759 Hösbach-Feldkahl
(Neue Postleitzahl nach dem 1. Juli 1993: D-63768 Hösbach)

Ingo FRANKE, Tiefenweg 4, D-6301 Fernwald-Annerod
(Neue Postleitzahl nach dem 1. Juli 1993: D-35463 Fernwald)

ENTOMOLOGISCHE NOTIZ

Einige Gedanken über die Interpretation der Namensregeln der Internationalen Regeln der Zoologischen Nomenklatur

Wie von (fast) allen Zoologen anerkannt ist, sind die Begriffe und Regeln der wissenschaftlichen Terminologie eigentlich per se unbedeutend; sie werden nur zur Vermeidung von Verwechslungen und Irrtümern herangezogen. Zur Regelung der zoologischen Nomenklatur, also der wissenschaftlichen Namen von Tieren, wurden die Internationalen Regeln der Zoologischen Nomenklatur geschaffen, die in unregelmäßigen Abständen überarbeitet werden und deren neueste, gültige Ausgabe die 3. von 1985 ist (International Commission of Zoological Nomenclature [ICZN], 1985: International Code of Zoological Nomenclature, 3rd edition. – London, 338 S.).

Trotz dieses Regelwerks ist es nicht unüblich, daß verschiedene Autoren in nomenklatorischen Fragen uneins sind. Die zoologische bzw. entomologische Literatur enthält dafür zahlreiche Beispiele. Ein solches ist vor kurzem in dieser Zeitschrift besprochen worden (A. STEINER, Nachr. entomol. Ver. Apollo, N.F. **11**: 241–244, 1991): der ursprünglich als *Evisa schawerdae* REISSER 1930 (Z. österr. entomol. Ver. **15**: 1–6) beschriebene Eulenfalter, dessen Name nachträglich aber von manchen Autoren in *"Evisa schawerdai* REISSER 1930" geändert wurde (E. BERIO, Lepidoptera. Noctuidae, I. Generalità. Hadeninae. Cuculliinae. Fauna d'Italia: 22, Bologna [Calderini], 970 S., 32 Taf., 1985; siehe auch A. LEGRAIN, J. L. YELA